Untersuchungen zur Ermittlung des Zwischenwirtes von Dicrocoelium lanceatum

Inaugural-Dissertation

zur Erlangung der Doktorwürde

der Hohen Philosophischen Fakultät

der Universität Marburg

vorgelegt von

Hermann Henkel

aus Wallau a. L.

Marburg 1931

Verlagsbuchhandlung Julius Springer in Berlin

Als Dissertation angenommen am 23. Januar 1931

Berichterstatter: Herr Professor Dr. ALVERDES

Tag der mündlichen Prüfung: 28. Januar 1931

Sonderabdruck aus
„Zeitschrift für Parasitenkunde". Bd. 3, Heft 4

Digitized by the Internet Archive
in 2026

https://archive.org/details/IA41547924_0007

Inhaltsverzeichnis.

Seite

A. Vorbemerkungen 664
B. Einleitung 665
I. Künstliche Infektion von Schnecken 668
1. Untersuchungsweise 668
2. Faunistische Feststellungen 669
3. Bemerkungen zur Anatomie des Lanzettegelmirazidiums . . . 671
4. Infektionsversuche bei Wasserschnecken 673
5. Infektionsversuche bei Nacktschnecken 674
6. Infektionsversuche bei Landgehäuseschnecken 690
II. Bemerkungen über die Molluskenfauna in einem verseuchten Gebiet an der Werra bei Witzenhausen 692
III. Feststellungen über die Beziehungen der *Cercaria vitrina* zum Lanzettegelproblem 694
IV. Experimentelle Feststellungen über das Verhalten der Lanzettegeleier bei extremen Außenbedingungen 696
1. Das Verhalten des Lanzettegeleies bei tiefen Temperaturen. . 697
2. Das Verhalten des Lanzettegeleies bei hohen Temperaturen . . 698
3. Das Verhalten des Lanzettegeleies bei Austrocknung 698
4. Das Verhalten des Lanzettegeleies in Jauche und Mist . . . 699
V. Statistische Erhebung zur Feststellung der Verbreitung des Lanzettegels 699
C. Zusammenfassung 710
D. Literatur 711

A. Vorbemerkungen.

Die vorliegende Arbeit steht im Zusammenhang mit anderen Untersuchungen, die in dem Zoologischen Institut zu Marburg von Mattes u. Patzer über die Entwicklung von *Fasciola hepatica*, sowie über die Biologie des Zwischenwirtes *Limnaea truncatula* und ihre Beziehungen zueinander angestellt wurden (Mattes 1926 und 1931, Patzer 1927). Diese Untersuchungen fußten auf Erfahrungen und Beobachtungen, die Mattes besonders in den Leberegeljahren 1924 und 1925 in Marburg und in benachbarten Schadgebieten sammelte. Der damalige Seuchengang lenkte die Aufmerksamkeit weiter Kreise auf diese Krankheit und zeigte,

wie lückenhaft trotz verhältnismäßig guter Kenntnis des Entwicklungsganges des großen Leberegels unser Wissen über diejenigen Vorgänge im einzelnen ist, welche zu solchen Seuchengängen führen. MATTES begann, nachdem er zunächst entwicklungsphysiologische Versuche an den Leberegeleiern angestellt und nachdem PATZER die Biologie der Leberegelschnecke untersucht hatte, mit einer erneuten Nachprüfung der Entwicklungsvorgänge innerhalb des Zwischenwirtes an Hand umfangreicher Infektionsversuche, um besonders zur Klärung derjenigen Fragen beizutragen, die in epidemiologischer Hinsicht wichtig sind. Die Ergebnisse seiner Untersuchungen legten ihm den Gedanken nahe, entsprechende Versuche mit Eiern und Larven des Lanzettegels bei verschiedenen als Zwischenwirt in Frage kommenden Tieren anzustellen. Es handelte sich in erster Linie darum, durch Verfütterung von Lanzettegeln an Schnecken genaue Daten über das Verhalten der Eier und Larven im Schneckenkörper zu gewinnen. Da er an der Ausführung dieses Planes durch andere Untersuchungen zunächst verhindert war, bat er Herrn Professor ALVERDES, dieses Thema von anderer Seite bearbeiten zu lassen. Dafür, daß dieser die überaus interessante Aufgabe mir anvertraute, ferner für die tatkräftige Unterstützung durch Bereitstellung der Hilfsmittel zur Durchführung meiner Versuche und für wertvolle wissenschaftliche Hinweise sage ich ihm an dieser Stelle meinen herzlichen Dank. Ebenso großen Dank schulde ich Herrn Privatdozenten Dr. MATTES für dauernde Förderung meiner Arbeit durch Mitteilung von Erfahrungen, die er selbst im Laufe seiner Leberegeluntersuchungen sammelte. Nicht unerwähnt lassen möchte ich die stete Anteilnahme, mit welcher Herr Geheimrat Professor Dr. KORSCHELT den Fortgang meiner Arbeit verfolgte. Zu ganz besonderem Dank fühle ich mich verpflichtet gegenüber Herrn Direktor Dr. GROTHE und dessen Mitarbeitern vom Kasseler Schlacht- und Viehhof, die mir das Material in Form von Schaflebern lieferten, die mit Lanzettegeln infizert waren. Ferner ist es mir eine liebe Pflicht, Herrn Dr. GRUNDMANN die Anerkennung zu zollen, daß er in vorbildlicher Weise gezeigt hat, wie Wissenschaft und Praxis bei Lösung von Problemen Hand in Hand gehen müssen. Ohne die reichliche Versorgung mit Lanzettegelmaterial von seiner Seite wäre es mir unmöglich gewesen, meine Infektionsversuche während des Zeitraumes von drei Semestern durchzuführen. Zum Schlusse danke ich noch den Herren Direktoren der verschiedenen Schlachthöfe und den Herren Kreistierärzten aus allen Teilen Deutschlands und des benachbarten Auslandes für die liebenswürdige Beantwortung von Fragen, die ich ihnen in einem zugesandten Fragebogen zur Feststellung von Lanzettegelgebieten unterbreitete.

B. Einleitung.

Die Frage nach dem Entwicklungsgang des Lanzettegels hat von jeher das Interesse der Helminthologen erregt. So berichtet v. WILLEMOES-SUHM (1871) über seine künstlichen Infektionen von Wasserschnecken mit Lanzettegeleiern, wozu er durch das massenhafte Auftreten des Lanzettegels in der Göttinger Gegend veranlaßt wurde. Er brachte die Lanzettegeleier in einem größeren Aquarium mit den in dortiger Gegend häufig zu findenden Wasserschnecken *Paludina impura*, *Planorbis marginatus* und *Limnaea stagnalis* zusammen und glaubte, in den nach 3 Monaten bei *Planorbis marginatus* aufgefundenen Redien eine Weiterbildung der Lanzettegelembryonen gefunden zu haben. Auf experimentellem Wege wurde aber durch LEUCKART (1886—1901) und seinen Schüler CREUTZBURG nachgewiesen, daß die betreffende Redie in den Entwicklungszyklus eines ganz anderen Trematoden gehört. Diese etwas primitiv anmutenden Versuche wurden von LEUCKART (1888) durch direkte Verfütterung von Lanzettegeln an andere Wasserschneckenarten wie *Planorbis carinatus* und *vortex*, *Limnaeus stag-*

nalis, *L. ovatus*, *L. pereger* und *minutus*, *Physa hypnorum*, *Paludina vivipara* und *impura*, *Ancylus fluviatilis* und *Cyclas cornea* erweitert und ergänzt. Er stellte fest, daß die von den Schnecken gefressenen Eier in der weitaus größten Mehrzahl ohne Veränderung den Darm passierten und Keimschläuche in den später untersuchten Schnecken nicht aufzufinden waren. Dann zog er verschiedene Nacktschnecken wie *Limax silvaticus*, *Agriolimax agrestis*, *A. laevis*, *Arion empiricorum* und *A. Bourguignati* in den Kreis seiner Experimentaluntersuchungen mit dem Erfolg, daß die reifen Embryonen nach der Übertragung in den Darmtraktus aus den Eischalen schlüpften und nach Verlauf von einigen Stunden eingingen. Eine Einwanderung in die Leibeshöhle konnte er nicht feststellen. Denselben negativen Verlauf nahmen ähnliche Versuche bei den „freilich nur in geringer Zahl" verwandten gehäusetragenden Pulmonaten. Während Leuckart in der Hauptsache Laboratoriumsarbeit leistete, indem er keine besondere Rücksicht nahm auf die in Schadgebieten vorkommenden Mollusken, suchte Piana (1882) die Weiden der Seuchengebiete systematisch auf Schnecken hin ab, stellte die in ihnen vorkommenden Zerkarien fest und suchte auf Grund von morphologischen Ähnlichkeiten eine Verbindung zwischen Zerkarie und Lanzettegel herzustellen. Die Mißerfolge der genannten Forscher mögen vielleicht andere vor ähnlichen Versuchen zurückgeschreckt haben. Wenigstens fehlen in der einschlägigen Literatur der nächsten Jahrzehnte Nachrichten über solche. Im Jahre 1910 fand Zarnik in einer mit Lanzettegeln stark infizierten Schafleber neben größeren Exemplaren eine Unmenge winziger junger Individuen. Zwei der kleinsten besaßen noch einen Ruderschwanz, waren also noch eigentliche Zerkarien. Unter der Annahme, daß die gefundenen Zerkarien dem Lanzettegel zugehörten, stellte er folgenden hypothetischen Entwicklungszyklus auf: Die Lanzettegeleier werden von einer Schneckenart mit der Nahrung aufgenommen. Das Mirazidium schlüpft im Darm aus und macht in der Leber seine Entwicklung bis zur Zerkarie durch, welche ins Wasser auswandert und von dem Weidevieh mit dem Trinkwasser aufgenommen wird. Zarnik kündigte bei der Veröffentlichung seines Befundes weitere Mitteilungen an. Da bis jetzt aber keinerlei Nachrichten darüber in der Literatur erschienen sind, so ist es fraglich, ob diesem Einzelbefunde eine besondere Bedeutung zuzumessen ist.

Einen bedeutenden Fortschritt erfuhr die Erforschung des Lanzettegelproblems in neuerer Zeit durch Nöller. Er begnügte sich nicht mit Laboratoriumsarbeiten in Form von Infektionen leicht zu haltender Land- und Wasserschnecken, sondern er prüfte, ob bei den in der Trematodenliteratur angeführten Zerkarien und Zerkariaeen, welche sich bis jetzt noch nicht in den Entwicklungsgang bestimmter Trematoden haben einordnen lassen, eine Beziehung zum Lanzettegel zu finden sei. Nach vielen fehlgeschlagenen Versuchen wandte er sich der Geländearbeit zu, indem er zur systematischen Aufnahme der Tierwelt eines Lanzettegelseuchengebietes bei Stadtilm in Thüringen schritt. Er stellte bei den die warmen und trockenen Kalkhänge bevorzugenden Schnecken *Zebrina detrita*, *Abida* (*Torquilla*) *frumentum* und *Euomphalia strigella* Befall mit *Cercaria vitrina* fest. Auf Grund einer eingehenden morphologischen Untersuchung kam er zu dem Ergebnis, daß der Bauplan der genannten Zerkarie zwar für die Zugehörigkeit zu den Dicrocoeliiden spreche, er hielt es aber für verfehlt, sie lediglich wegen der Übereinstimmung in Zahl und Lageverhältnis der Saugnäpfe, der starken Entwicklung von Kopfdrüsen und der Ähnlichkeit des Exkretionssystems als eine Lanzettegelzerkarie zu betrachten. Alle Versuche, mittels Verfütterung infizierter Schnecken und durch Verabreichung freier Zerkarien mit der Magenschlundsonde an Kaninchen, Schafe und Meerschweinchen Lanzettegelinfektionen hervorzurufen, scheiterten. In einer kürzlich erschienenen Arbeit hält Vogel (1929) die

Zugehörigkeit der *Cercaria vitrina* zum Lanzettegel für sehr wahrscheinlich. Die Untersuchungen der verseuchten Schafe des Dorfes Serfaus in Tirol ergaben einen Befall mit Lanzettegeln von nahezu 100%. Die auf den kalkreichen Weiden vorkommenden Schnecken *Zebrina detrita* und *Xerophila candidula* waren bis zu 30% mit *Cercaria vitrina* befallen. Aus der Tatsache, daß die genannte Zerkarie die einzige vorgefundene bei den untersuchten Schnecken war und auf Grund genauer morphologischer Untersuchung, besonders des Exkretionssystems, vermutete Vogel einen Zusammenhang zwischen *Cercaria vitrina* und dem Lanzettegel. Seine Versuche, durch Verfütterung von Zerkarien an Meerschweinchen und Kaninchen Invasionen hervorzurufen, blieben erfolglos.

Der kurze geschichtliche Rückblick zeigt, wie die Lösung des Lanzettegelproblems auf folgenden drei Wegen in Angriff genommen wurde:

1. Man verfütterte Lanzettegeleier an Schnecken, um eine Weiterentwicklung der Mirazidien im Gewebe zu erreichen.

2. Reife Zerkarien aus Schnecken von Schadgebieten wurden in einen geeignet erscheinenden Tierkörper gebracht, um durch den Nachweis einer Weiterentwicklung die Zugehörigkeit zum Lanzettegel zu zeigen.

3. Durch eingehende Vergleichung von jungen Stadien des Lanzettegels mit solchen Zerkarien und Zerkariaeen, deren Weiterentwicklung zum fertigen Trematoden bisher noch nicht beobachtet wurde, prüfte man, ob ein Zusammenhang zwischen dem Lanzettegel und den betreffenden Larvenformen besteht.

Wie bereits oben erwähnt wurde, sollte ich bei meinen Untersuchungen vor allem den erstgenannten Weg einschlagen, nämlich mit den Eiern bzw. Mirazidien Infektionsversuche bei verschiedenen als Zwischenwirt in Frage kommenden Tieren anstellen, um den Zwischenwirt selbst zu ermitteln oder doch zum mindesten genaue Feststellungen über das Verhalten der Mirazidien bei den verschiedenen Formen zu machen. Ich begann meine Untersuchungen in Mai 1929.

Meine erste Aufgabe bestand in der Wiederholung der bereits von Leuckart im Sommer 1888 versuchten Infektionen an Wasserschnecken, um mir über das Schicksal der bei diesen Tieren angeblich in ganz geringer Zahl ausschlüpfenden Mirazidien Aufschluß zu verschaffen. Ferner galt es, Lücken in den Leuckartschen Versuchen über Nacktschneckeninfektionen auszufüllen. Wohl gelang es dem genannten Autor, bei den verschiedensten Nacktschneckenarten ein Ausschlüpfen der Mirazidien im Darm zu beobachten, wohl stellte er einige Stunden nach der Fütterung ein teilweise erfolgendes Absterben derselben fest, aber über den Verbleib des überlebenden Restes konnte er keine Angaben machen. Außerdem dehnte ich meine Infektionsversuche auf die gehäusetragenden Landpulmonaten aus. Im Laufe meiner Untersuchungen erweiterte sich allmählich mein Arbeitsgebiet, indem ich neben meiner Arbeit im Laboratorium systematische Geländearbeit in den mit Lanzettegeln verseuchten Weidedistrikten der Muschelkalkzone in der Gegend von Witzenhausen betrieb. Beobachtungen über die außerordentliche Widerstandsfähigkeit der massenhaft in Hasen- und Schafkotpillen auf den trockenen Kalkrücken ausgestreuten Lanzettegeleier bewogen mich, ein besonderes Augenmerk dem Einfluß der Umgebung auf das Lanzettegelei zu widmen. Bei meiner Geländearbeit hatte ich Gelegenheit, ein starkes Auftreten des Lanzettegels gerade bei solchen Schafherden festzustellen, deren Weidegebiete auf Muschelkalkrücken lagen. Diese Beobachtung veranlaßte mich, auf dem Wege einer schriftlichen Umfrage bei Schlachthofdirektoren und Tierärzten Deutschlands und der südlichen Nachbarländer festzustellen, ob die Lanzettegelschadgebiete mit bestimmten geologischen Formationen zusammenfallen.

Wenn es mir trotz meiner Bemühungen im Laboratorium und Gelände nicht

gelang, das Endziel, die Aufklärung des Entwicklungsganges vom Lanzettegel zu erreichen, so dürften doch meine Befunde für weitere Untersuchungen zur Lösung des Lanzettegelproblems von Nutzen sein.

I. Künstliche Infektionen von Schnecken.

1. Untersuchungsweise.

Während ich die Wasserschnecken in den üblichen Aquarien hielt, züchtete ich die Nackt- und Gehäuseschnecken in besonderen Schneckenställen. Für jede Schneckenart verwandte ich einen besonderen Zuchtbehälter, der aus einer hölzernen Kiste mit einem aus engmaschigem Drahtnetz hergestellten Deckel bestand. Um ein Ansammeln von Wasser auf dem Kistenboden beim Berieseln der Schnecken durch künstlichen Regen zu vermeiden, versah ich denselben mit Öffnungen, die mit Drahtgaze verschlossen wurden. Um möglichst natürliche Verhältnisse herzustellen, erhielt der Behälter eine Bodendecke aus Erde und, dem Feuchtigkeitsbedürfnis der Schnecken Rechnung tragend, füllte ich den Restraum mit Astmoosplatten, die vermöge ihrer schwammähnlichen Struktur nach erfolgter Berieselung selbst in den heißesten Sommermonaten für die Dauer von einer Woche feucht blieben. Die Fütterung der Tiere sowie die Berieselung und Reinigung der Ställe erfolgten in Abständen von je einer Woche. Als Futter für alle Schnecken verwandte ich neben Salat fast ausschließlich Karotten, die nicht nur deshalb zu empfehlen sind, weil sie wegen ihres Zuckergehaltes gern gefressen werden, sondern weil sie auch durch ihre Widerstandsfähigkeit gegen Fäulnis sehr zur Reinhaltung der Ställe beitragen. Die Temperatur, unter welcher die Schnekken während des ganzen Jahres gehalten wurden, war die unserer Arbeitsräume.

Zu den Infektionen verwandte ich sowohl isolierte Lanzettegeleier als auch die Egel selbst, bei denen sich also die Eier noch im Uterus befanden. Die Lanzettegel entnahm ich Schaflebern, die mir in reichlicher Menge unter Vermittlung des Herrn Veterinärrat Dr. Grundmann vom Kasseler Schlachthof übersandt wurden. Um die Würmer aus den feinen Gallengängen der Leber zu erhalten, wandte ich folgende Methode an: Nachdem der Leberrand in etwa Fingerbreite abgeschnitten worden war, führte ich durch den Hauptgallengang unter starkem Druck Wasser ein, das die in der Hauptsache am Leberrand befindlichen Egel in ein untergestelltes Gefäß spülte.

Isolierte Eier gewann ich aus den Gallenblasen stark verseuchter Tiere. Um sie möglichst rein zu erhalten, benutzte ich eine Methode von Mattes, der mit ihrer Hilfe Eier des großen und kleinen Leberegels sowie Protistenzysten aus der Galle von Rindern isolierte. Der Inhalt der Gallenblase, der bei stark befallenen Schafen aus einem Gemisch von Lanzettegeln, freien Egeleiern und Gallenflüssigkeit bestand, wurde in ein Gefäß entleert, in das ich unter mäßigem Druck einen dünnen Wasserstrahl einfließen ließ. Bei mehrtägigem Fließen und öfterem Umrühren gelang es, die Gallenflüsigkeit ganz allmählich über den Rand des Gefäßes zum Abfließen zu bringen, so daß ich auf dem Gefäßgrund die Eier in Form eines fast reinen Belages erhielt. Bei den mir zugesandten Schaflebern war der Befall mit Lanzettegeln oft so stark, daß sie beim Druck auf die Gallengänge in wurstförmigen Massen herausquollen und in einem Gefäß von 10 cm Durchmesser den Boden in einer 3 cm dicken Schicht bedeckten. *Ein Befall von rund 5000 Egeln je Schafleber war keine Seltenheit.*

Zur Feststellung des Ausschlüpfens der Mirazidien im Schneckendarm wandte ich drei Methoden an:

1. die Kotuntersuchung,
2. die Darminhaltuntersuchung und
3. die Untersuchung von Schnittpräparaten.

Die Kotuntersuchung war die einfachste und vollzog sich so, daß ich 24 Stunden nach der Fütterung den abgelegten Kot auf einem Objektträger vorsichtig mit einem Spatel auseinanderstrich und auf entdeckelte Eier untersuchte. Während die Kotprobe nur die Tatsache des Schlüpfens oder Nichtschlüpfens erkennen ließ, gab die zweite Methode Gelegenheit, den Schlüpfungsvorgang und die Bewegung der Mirazidien im Darm zu beobachten. Mit Hilfe der dritten Methode gelang es mir, ihre Wanderstraßen innerhalb des Schneckenkörpers festzulegen.

Zur Fixierung des Schneckengewebes verwandte ich in der Hauptsache das Zenkersche Gemisch in angewärmtem Zustande. Zum besseren Eindringen der Flüssigkeit wurde der Schneckenkörper an seinem Vorder- und Hinterende angeschnitten. Daneben gebrauchte ich das Trichloressigsäuregemisch „Susa" nach Heidenhain. Eingebettet wurde in Paraffin mit dem Schmelzpunkte von 58°. Als günstige Schnittdicke erwies sich 5 μ. Zur Färbung der Schnitte gebrauchte ich fast ohne Ausnahme Eisenhämatoxylin nach Heidenhain und Hämalaun und als Gegenfärbung Eosin. Da gewisse Teile des Mirazidiums bei Anwendung des zuerst genannten Kernfärbungsmittels sehr stark den Farbstoff speicherten, so empfahl es sich, zur besseren Auffindung der Mirazidien im Gewebe die Farbstoffe mit Eisenalaun sehr stark wieder auszuziehen. Daneben kam noch die Azanfärbung nach Heidenhain zur Anwendung. Zur Färbung von lebenden Zerkarien benutzte ich Neutralrot, das in ausgezeichneter Weise das Darm- und Exkretionssystem zur Geltung brachte, während ich bei Herstellung von Dauerpräparaten Alaunkarmin in starker Verdünnung gebrauchte.

2. Faunistische Feststellungen.

Bevor ich zur künstlichen Infektion von Schnecken aus der hiesigen Gegend schritt, versuchte ich zunächst, durch eine schriftliche Umfrage bei Tierärzten, Schlachthofdirektoren, Fleischbeschauern und Schäfern Näheres über das Vorkommen des Lanzettegels in hiesiger Gegend festzustellen. Nach Mitteilungen aus dem oberen Lahntal, dem Wittgensteiner und Waldecker Lande tritt er bei dem Weidevieh in diesen Gegenden überhaupt nicht oder nur in ganz seltenen Fällen auf. Auf den nach Osten sich anschließenden Buntsandsteingebieten des Hessischen Berg- und Hügellandes scheint er nicht ganz so selten vorzukommen wie auf dem Devon, Silur und Karbon des benachbarten Rheinischen Schiefergebirges. So berichtete Herr Veterinärrat Wenderhold aus Kirchhain, daß er bei seinen Schafuntersuchungen Gelegenheit gehabt hätte, im Wohratal neben *Fasciola hepatica* auch *Dicrocoelium lanceatum* festzustellen, und Herr Dr. O. Wagner gab an, daß er in dem Kreis Kirchhain bei seinen Untersuchungen über die Biologie des gemeinen Leberegels in den Gemeinden Langenstein, Allendorf und Emsdorf ebenfalls Schafherden mit Lanzettegelbefall angetroffen hätte. Nach Herrn Schlachthofdirektor Estor ist das Vorkommen des Egels bei den am hiesigen Schlachthof eingelieferten Schafen ein äußerst geringes und beträgt schätzungsweise noch nicht 1%.

Sodann verwandte ich längere Zeit auf das Studium der Molluskenfauna der näheren Umgebung von Marburg. Man kann im allgemeinen

von einer Schneckenarmut des Untersuchungsgebietes sprechen, nicht nur in Bezug auf Arten-, sondern auch auf Individuenzahl, worauf auch Kobelt (1871—1872) in seiner „Fauna der nassauischen Mollusken" aufmerksam macht. Ich möchte es nicht unterlassen, Herrn Dr. Haas vom Senckenberg-Museum in Frankfurt a. M. zu danken für Unterstützung beim Bestimmen einiger Schnecken. Zur Durchforschung gelangte das Lahntal mit Seitentälern von Laasphe bis Gießen: Perf-, Graubach-, Hainbach-, Roßbach- und Weifenbachtal bei Wallau, Dautphetal bei Friedensdorf, Katzenbachtal bei Buchenau, ins Lahntal einmündende Waldtälchen bei Brungershausen, Caldern, Sterzhausen und Michelbach, das Wettschaftstal aufwärts bis Wetter, das Ohmtal unter besonderer Berücksichtigung des Ohmbeckens bei Kirchhain, das Zwesterohmtal bei Bellnhausen, Ebsdorf und Heskem und schließlich noch das Allnatal bei Hermershausen, Haddamshausen, Nieder- und Oberweimar. Ich lasse eine Aufstellung der gefundenen Schnecken folgen. Die mit einem + versehenen Arten wurden zu Fütterungsversuchen verwandt.

a) Wasserschnecken:

+ *Radix pereger* Müll. (*Limnaea peregra* Müll.).
+ *Radix auricularia* L. (*Limnaea auricularia* L.).
+ *Stagnicola palustris* Müll. (*Limnaea palustris* Müll.).
+ *Galba truncatula* Müll. (*Limnaea truncatula* Müll.).
+ *Limnaea stagnalis* L.
+ *Coretus corneus* L. (*Planorbis corneus* L.).
+ *Vivipara vivipara* Müll. (*Vivipara viviparus* L.).
+ *Planorbis carinatus* Müll.
Bathyomphalia contortus L. (*Planorbis contortus* L.).
Physa fontinalis L.
Bithynella dunkeri Frauenfeld.
Ancylus fluviatilis Müll.

b) Nacktschnecken:

+ *Arion subfuscus* Drap.
+ *Arion empiricorum* Fér.
+ *Arion intermedius* Norm.
+ *Arion circumscriptus* Johnst.
+ *Arion hortensis* Fér.
+ *Agriolimax agrestis* L.
+ *Limax maximus* L.
+ *Limax arborum* Bouche-Cantraine.
+ *Limax flavus* L. (*L. variegatus* Drap.).
+ *Limax tenellus* Nilsson.

c) Landgehäuseschnecken:

+ *Succinea putris* L.
+ *Chilotrema lapicida* L.
+ *Cepaea nemoralis* L.
+ *Cepaea hortensis* Müll.

+ *Helix pomatia* L.
+ *Arianta arbustorum* L.
+ *Eulota fruticum* Müll.
Goniodiscus rotundatus Müll. (*Patula rotundata* Müll.).
Fruticicola hispida L.
Clausilia bidentata Stroem.
Ena obscura Müll. (*Buliminus obscurus* Müll.).

3. Bemerkungen zur Anatomie des Lanzettegelmirazidiums.

Bevor ich zur Besprechung meiner Infektionsversuche übergehe, will ich einige Bemerkungen über die Anatomie des Mirazidiums bringen. Unsere Kenntnisse sind in dieser Hinsicht noch äußerst lückenhaft und fußen in erster Linie auf Beobachtungen von Leuckart. Infolge der außerordentlichen Kleinheit des Mirazidiums war es mir auch nicht möglich, eine befriedigende Klärung der noch offenen Fragen zu erreichen. Jedem Beobachter fallen in dem hinteren Körperteil des sich bewegenden Mirazidiums zwei ziemlich große Körper von körniger Struktur auf. Leuckart bezeichnete sie als „Körnerballen". Über ihre Bedeutung konnte er keine endgültigen Angaben machen, da er eine Weiterentwicklung des Mirazidiums zur Sporozyste nicht beobachtet hatte. Die von ihm zuerst (Parasiten, 1. Aufl., I. Bd. S. 604) ausgesprochene Vermutung, daß die „Körnerballen" bei der „Brutentwicklung" als Keimelemente eine Rolle zu spielen hätten, hielt er später für verfehlt und unvereinbar mit dem, was er inzwischen auf Grund eingehender Untersuchung über ihre Entstehung festgestellt hatte (ebenda, 2. Aufl., I. Bd., S. 383). Danach bilden die „Körnerballen" in der Hauptsache das Verschmelzungsprodukt der Kerne von ungefähr 30 Furchungskugeln des embryonalen Mirazidiums und enthalten in ihren dichtgelagerten, stark färbbaren Körnchen die gesamte Chromatinsubstanz des Embryos. Ihre Bedeutung sieht er darin, daß sie als umfangreiche Ansammlungen von Reservestoffen es möglich machen sollen, „die individuelle Existenz ohne neue Zufuhr von Nahrung auf lange hinaus zu erhalten, auch vielleicht später noch nach der Einwanderung in den Zwischenträger die Ausgaben der ersten Metamorphose zu bestreiten". Nach meinen Feststellungen sind es nicht zwei, sondern vier „Körnerballen", die nach Art ihrer Lagerung als zwei Paare zusammengefaßt werden können. Das größere Paar ist das von Leuckart beschriebene; das zweite, etwas kleinere, ist bei Tieren, die sich in Bewegung befinden, kaum zu sehen und tritt erst bei abgestorbenen und gefärbten Tieren in Erscheinung. Es liegt der Hinterwand des Körpers dicht an, und seine beiden Ballen liegen so dicht aneinander, daß sie beim abgestorbenen Mirazidium kaum voneinander zu unterscheiden sind. Wie sich aus der Umwandlung des Mirazidiums zur jungen Sporozyste bei meinen Versuchen ergab, ist die von Leuckart zuerst ausgesprochene Vermutung über die Bedeutung der „Körner-

ballen" die richtige. Es handelt sich bei ihnen tatsächlich um Kerne, die nach zahlreichen Teilungen jene Keimballen bilden, die für die Sporozysten charakteristisch sind. Doch werde ich darauf noch näher in einem der folgenden Kapitel zurückkommen (siehe S. 687). Die LEUCKARTsche Beschreibung des Bohrstachelapparates als ein lichtbrechendes, ein- und ausstülpbares Knötchen mit einem einliegenden Stachel möchte ich auf Grund meiner Beobachtungen an gefärbten Mirazidien ergänzen. Beim lebenden Mirazidium tritt der in einer Scheide liegende Bohrstachel in seiner ganzen Länge nicht in Erscheinung. Erst in gefärbtem Zustand sieht man, daß er bis zur Mitte des Körpers reicht, leicht gekrümmt ist, an beiden Enden spitz zuläuft und seine größte Breite in der vorderen Hälfte erreicht (Abb. 1 und 2). Er liegt in einer zapfenförmigen Verlängerung des Körpers, dem sogenannten Kopfzapfen, der durch Retrak-

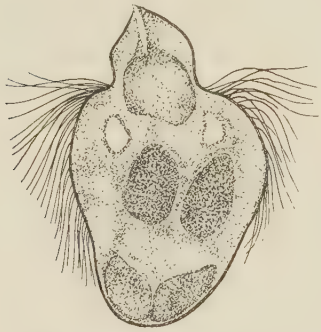

Abb. 1.

Abb. 2.

Abb. 1. Ein im Darmsaft abgestorbenes Mirazidium. Vergr. 1350:1. — Abb. 2. Ein Mirazidium aus dem Bindegewebe der Mitteldarmdrüse von *Limax agrestis*. HEIDENHAIN. Vergr. 1350:1.

toren vollständig ins Innere des Körpers eingezogen werden kann. Bei abgestorbenen Mirazidien ist er nach außen vorgestülpt und durch eine ringförmige Vertiefung vom übrigen Körper abgesetzt (Abb. 1). An den hinteren Teil des Bohrstachelapparates schließt sich eine sackartige Bildung an, die LEUCKART im Hinblick „auf entsprechende Verhältnisse bei den Embryonen von *Distomum hepaticum*" als Rudiment eines Darmes deutete. Bei schnell dahinschwimmenden Mirazidien ist dieses Gebilde kaum zu beobachten und erst bei abgestorbenen hebt es sich als eine äußerst zarte Blase mit körnigem Inhalt vom umgebenden Körperparenchym ab. Am besten ist es zu sehen, wenn das Mirazidium in trägen Bewegungen beim Ausschlüpfen in der Embryonalblase rotiert. Es reagiert in seiner Form auf jede Bewegung des Kopfzapfens, und die Körnchen in seinem Innern befinden sich in einer lebhaften BROWNschen Molekularbewegung. Bei Mirazidien aus Eiern, die bereits $1\,^1/_4$ Jahr in Wasser gelegen hatten, war sein Volumen stark vergrößert. Durch die dichte Lagerung der Körnchen in seinem Inneren trat es dann auch bei

solchen Mirazidien deutlich hervor, die sich schnell bewegten. Der sekretähnliche Inhalt des Bläschens spricht wohl für eine Funktion, wie wir sie von ähnlichen Bildungen bei anderen Mirazidien bereits kennen. Es ist wohl anzunehmen, daß das Sekret beim Einbohren in das Gewebe eine Rolle spielt. Über Exkretionsorgane kann ich keine genauen Angaben machen. Bei abgestorbenen Mirazidien konnte ich im Vorderteil des Körpers zwei Vakuolen und bei lebenden zwei helle Bläschen feststellen, die vielleicht als Terminalorgane zu deuten sind (Abb. 1). Die bei anderen Formen so charakteristischen Wimperflammen konnte ich nicht entdecken.

Zum Schluß möchte ich noch einige Maße angeben, die sich auf ein konserviertes und gefärbtes Mirazidium beziehen.

Gesamtlänge	23 μ	Länge des vorderen „Körnerballens“ .	6 μ
Größte Breite	13 μ	Breite des vorderen „Körnerballens“ .	4 μ
Länge des Kopfzapfens .	10 μ	Länge des hinteren „Körnerballens“ .	4 μ
Breite des Kopfzapfens .	5 μ	Breite des hinteren „Körnerballens“ .	2,5 μ
Länge des Stachels . .	15 μ		
Breite des Stachels . .	1 μ		

4. Infektionsversuche bei Wasserschnecken.

Für die Infektion von Wasserschnecken könnten in der Natur zwei Wege in Frage kommen: einmal wäre es möglich, daß das im Wasser ausschlüpfende Mirazidium sich seinen Wirt sucht, wie wir das z. B. von der Flimmerlarve des großen Leberegels wissen, oder aber das mit dem Kot in das Wasser gebrachte Ei könnte mit der Nahrung in den Darm einer Schnecke gelangen und erst infolge der Einwirkung der Verdauungssäfte das Mirazidium freigeben. Daß im Wasser kein Ausschlüpfen erfolgt, stellten schon Moulinié (1856), v. Willemoes-Suhm (1871) und Leuckart (1888) fest. Der letztere fand die embryohaltigen Eier noch viele Monate nach der Übertragung in Wasser genau in demselben Zustand wie bei der ersten Beobachtung. Ich kann diese Angabe bestätigen und durch die Feststellung erweitern, daß den aus Gallenblasen verseuchter Schafe gewonnenen und 16 Monate lang in Wasser aufbewahrten Lanzettegeleiern bei ihrer Verfütterung an *Arion subfuscus* noch lebensfrische Mirazidien entschlüpften. Für das Nichtangepaßtsein der freien Mirazidien an den Wasseraufenthalt spricht folgende Beobachtung. Lebhaft sich bewegende Mirazidien wurden nach ihrer Überführung aus der Darmflüssigkeit in Wasser in ihren Bewegungen langsamer und gingen unter Quellungserscheinungen bald zugrunde. Ferner könnte das Fehlen der Augenflecke und vielleicht auch die nur teilweise vorhandene Bewimperung des Körpers in dieser Richtung gedeutet werden. Um über das Ausschlüpfen der Mirazidien im Darme der erwähnten Wasserschnecken nähere Feststellungen zu machen, wandte ich die bereits oben angegebenen Methoden an. Es zeigten sich weder im Kot, noch im

Darminhalt entdeckelte Eier in nennenswerter Zahl. Während meiner Versuche, die sich auf einen Zeitraum von 14 Tagen erstreckten und jeden Tag wiederholt wurden, beobachtete ich im ganzen nur 4 Mirazidien und zwar 1 bei *Stagnicola palustris*, 2 bei *Radix pereger* und 1 bei *Coretus corneus*. Ich nehme an, daß diese wenigen Larven künstlich durch den Druck des Spatels beim Ausstreichen des Darminhaltes aus ihren Eihüllen befreit wurden; denn auf sorgfältig durchgesehenen Schnittpräparaten, die ich von allen Schnecken bis zu 7 Tagen nach der Fütterung anfertigte, gelang es mir in keinem Fall, auch nur ein einziges Mirazidium weder im Darm und in der Mitteldarmdrüse, noch in irgendeinem anderen Organ oder auch in der Leibeshöhle zu entdecken. Die angestellten Versuche sprechen dafür, daß die genannten Wasserschnecken als Zwischenwirte des Lanzettegels nicht in Frage kommen.

Eine Beobachtung, die ich bei meinen Versuchen über Einwirkung von tiefen Temperaturen auf das Lanzettegelei machte, möchte ich ebenfalls in dieser Richtung deuten. Durch Lösung des Verschlusses von einem Gefäß, das Lanzettegel enthielt und in einer Kältemischung von Kochsalz und Eis stand, war die konzentrierte Salzlösung mit den Egeln in Berührung gekommen. Bei der Verfütterung der Eier an *Limnaea stagnalis* erfolgte entgegen meinen früheren Versuchen ein massenhaftes Ausschlüpfen der Mirazidien. Ihre lebhaften Bewegungen zeigten an, daß der Aufenthalt der Eier in der Salzlösung nicht tödliche Wirkung ausgeübt hatte. Nach einiger Zeit trat eine Verlangsamung der Zilienbewegung ein, und nach Verlauf 1 Stunde waren nur noch tote Mirazidien im Darmrohr zu finden. Eine Einwanderung in die Mitteldarmdrüse erfolgte nicht, wie Schnittpräparate bewiesen. Aus diesen Tatsachen scheint mir die schädliche Wirkung des Darmsaftes von Wasserschnecken auf das freie Mirazidium klar hervorzugehen. Normale Eier passierten den Darm, ohne daß ein Schlüpfen der Mirazidien eintrat. Verfütterte man den Kot von Wasserschnecken, der solche Eier enthielt, an Landschnecken, so schlüpften die Mirazidien normal. Eine Schädigung war also bei der Darmpassage nicht eingetreten.

Hinsichtlich weiterer Tatsachen, die für das Ausscheiden der Wasserschnecken aus der Reihe der möglichen Zwischenwirte des Lanzettegels sprechen, verweise ich auf die Erörterung der geographischen Verbreitung des Lanzettegels in einem der folgenden Kapitel (siehe S. 699 ff.).

Ob das Auftreten des Lanzettegels bei Hasen und Kaninchen, die nach Äußerungen aus Jägerkreisen kein Wasser aufnehmen sollen, in derselben Richtung zu deuten ist, möchte ich so ohne weiteres nicht entscheiden.

5. Infektionsversuche bei Nacktschnecken.

Nachdem die Versuche an Wasserschnecken mit ziemlich großer Gewißheit den Nachweis erbracht hatten, daß Wasserschnecken als Zwi-

schenwirte für den Lanzettegel ausscheiden, wandte ich mich im Sommer und Herbst 1929 Versuchen mit Nacktschnecken zu. Die Beschaffung derselben konnte infolge der anhaltenden Trockenheit nur nach Gewitterregen erfolgen, wurde aber erleichtert, als im Herbst infolge erheblicher Niederschläge eine üppige Vegetation der Algen, Flechten und Pilze auf Wiesen und Weiden sowie in Wäldern einsetzte. Ohne Unterbrechung konnte ich meinen Bedarf an Schnecken infolge des milden Winters bis in den Monat Februar hinein aus der freien Natur decken. Die nun folgenden Ausführungen über ausschlüpfende Mirazidien im Schneckendarm und deren Wanderung in das Mitteldarmdrüsengewebe wurden in der Hauptsache bei Infektionen an *Arion subfuscus* gewonnen. Diese Schnecke schien mir bei Beginn meiner Untersuchungen wegen ihrer allgemeinen Verbreitung in erster Linie als Zwischenwirt des Lanzettegels in Frage zu kommen. Außerdem war sie wegen ihres zahlreichen Vorkommens auf alten, mit Flechten und Algen besetzten Baumstümpfen des Waldes sowie an Pilzen der Wiesen und Weiden nach Regenfällen zu allen Jahreszeiten zu haben, verursachte in Bezug auf Pflege ganz geringe Mühe und nahm von allen mir bekannten Schnecken die mit dem Futter dargereichten Leberegel am schnellsten zu sich. Den Befunden bei *Arion subfuscus* lasse ich dann die Ergebnisse der Infektionen bei anderen Nacktschnecken in Form einer tabellarischen Übersicht folgen.

Arion subfuscus.

Schon nach der ersten Verfütterung von Lanzettegeln an *Arion subfuscus* zeigten sich im Kot zahlreiche entdeckelte Eier, die ein überaus starkes Ausschlüpfen der Mirazidien im Darme vermuten ließen. Bei Prüfung des Darminhaltes sah ich dann auch zahlreiche Mirazidien, die sich zwischen Salatstücken und Teilen von Leberegeln in dem zähflüssigen Kropfsaft ihren Weg bahnten (Abb. 3). Bei der Durchsicht des Darminhaltes hatte ich Gelegenheit, das Ausschlüpfen des Mirazidiums aus dem Ei in allen Einzelheiten zu beobachten. Da ich in der Literatur keine Angaben über diesen Vorgang finde, möchte ich meine Beobachtungen mitteilen.

Einige Minuten nach der Überführung des Lanzettegeleies in den Darmsaft der Schnecke machten sich an dem Mirazidium innerhalb der Eihülle die ersten Lebensfunktionen bemerkbar. Die Zilien begannen zu schlagen und verursachten eine Drehung des Mirazidiums um seine Längsachse (Abb. 5). Die Bewegung war eine sehr langsame; denn für eine vollständige Umdrehung wurde ungefähr 1 Minute gebraucht. Dieselbe war keine gleichmäßige, sondern eine ruckartige. Ich zählte in 1 Min. ungefähr 60 Teilbewegungen, so daß für jede etwa 1 Sek. gebraucht wurde. Jede derselben setzte sich aus einer stärkeren Rechtsdrehung im Sinne

der Gesamtbewegungsrichtung und aus einer kleineren rückläufigen zusammen. Im Augenblick des Aufspringens des Deckels quoll aus dem Eiinnern die Embryonalblase mit dem Mirazidium ballonartig hervor. Eine aktive Beteiligung des Mirazidiums beim Öffnen des Deckels konnte ich nicht feststellen. Innerhalb der Schleimmasse der Embryonalblase bildeten sich Flüssigkeitsvakuolen, die sich zusehends vergrößerten, teilweise zusammenflossen und oft nur durch schmale Schleimbrücken ge-

Abb. 3. Querschnitt durch den Vorderteil des Darmes von *Arion subfuscus* mit Lanzettegeleiern und Mirazidien; aus mehreren Schnitten kombiniert. HEIDENHAIN. Vergr. 260:1.

trennt wurden (Abb. 6 und 7). Durch energische Streckbewegungen, welche noch durch Zilienschlag in der Längsrichtung des Körpers kräftig unterstützt wurden, begann das Mirazidium sich zu befreien. Inzwischen war die Embryonalblase aus dem Eiinnern vollständig hervorgetreten und saß wie ein verankerter Freiballon auf der Schalenöffnung. Ihr Volumen hatte sich ganz beträchtlich vergrößert, und ihr zähflüssiger Inhalt war durch Aufnahme von Flüssigkeit aus dem umgebenden Medium so dünnflüssig geworden, daß das Mirazidium anfing, innerhalb der Blase kreisende Bewegungen auszuführen. Dabei tastete der Bohrstachel die Wand ab, als ob er eine Stelle zum Sprengen suchte (Abb. 7).

Die betasteten Wandstellen wölbten sich im Augenblick des Stoßes weit vor, so daß in der Nähe befindliche Eier zur Seite gedrängt wurden. Inzwischen war der Druck der Schleimmassen durch weitere Aufnahme an

Abb. 4.

Abb. 5.

Abb. 4. Lanzettegelei mit Mirazidiumembryo. Vergr. 860:1. — Abb. 5. Lanzettegelei mit rotierendem Mirazidium aus dem Darmsaft von *Arion subfuscus*. Der Pfeil gibt die Drehrichtung des Mirazidiums an. Vergr. 860:1.

Wasser so stark geworden, daß die Embryonalblase den immer heftiger werdenden Durchbruchsversuchen des Mirazidiums nicht mehr widerstehen konnte und aufplatzte (Abb. 8).

Welcher Art sind nun die Kräfte, die das Mirazidium innerhalb des Eies zur Lebenstätigkeit anregen, den Eiverschluß lösen und die Em-

Abb. 6.

Abb. 7.

Abb. 6. Entdeckeltes Lanzettegelei mit hervorgequollener Embryonalblase. Vergr. 860:1.
Abb. 7. Das Mirazidium versucht, die Embryonalblase zu sprengen. Vergr. 860:1.

bryonalblase zum Platzen bringen? Es ist wohl anzunehmen, daß durch die Eischale Flüssigkeiten hindurchdiffundieren und im Innern starke osmotische Kräfte erzeugen, welche den Deckel hochheben. Diese

Kräfte manifestierten sich bei unseren Versuchen in der plötzlichen ballonartigen Auftreibung der Embryonalblase bei ihrem Hervorquellen aus der Eiöffnung. Daß trotz ihrer Dicke die Eischale für Flüssigkeiten durchlässig ist, wurde einerseits bewiesen durch das Absterben der Embryonen bei längerem Liegen der Eier in Jauche, Mist und faulen Flüssigkeiten, wie ich an anderer Stelle noch darlegen werde (S. 696ff.), und andererseits durch Versuche, welche den Einfluß von schwachen organischen Säuren und Salzlösungen auf den Schlüpfungsvorgang zeigten. Nach 24stündigem Aufenthalt von Lanzettegeleiern in 0,1%iger Oxal- oder Essigsäure konnten durch Verfütterung derselben an *Arion subfuscus* die Mirazidien noch zum Ausschlüpfen gebracht werden. Wurde die Konzentration der genannten Säuren auf 0,5% erhöht, dann starben sie ab. Die Permeabilität der Embryonalblase für Flüssigkeiten des Außenmediums zeigte sich einerseits durch Bildung von Flüssigkeitsvakuolen in ihrem Innern und zum anderen durch ihre starke Volumenzunahme bei dem Heraustreten aus der Eiöffnung. Alle die angeführten Beobachtungen sprechen dafür, daß der Schlüpfungsvorgang des Mirazidiums in der Hauptsache durch osmotische Kräfte bewirkt wird, die dann auftreten, wenn das Ei in einen Darmsaft von ganz bestimmter chemisch-physikalischer Beschaffenheit gebracht wird.

Abb. 8. Ausschlüpfen des Mirazidiums. Vergr. 860:1.

Von welch bestimmendem Einfluß das Außenmedium für den Schlüpfungsvorgang ist, lehrt folgender Versuch. Ich brachte Eier, in denen die Mirazidien durch Einwirkung des Darmsaftes zur Lebenstätigkeit angeregt worden waren, aus dem Darmtraktus der Schnecke in Wasser. Ich beobachtete, wie die Drehungen der Larven um ihre Längsachse immer langsamer wurden und nach ungefähr 3 Stunden zum Stillstand kamen. Ein Ausschlüpfen erfolgte nicht. Dieselbe Erscheinung zeigte sich auch, wenn durch Zugabe von etwas Wasser die Konzentration des Darmsaftes verringert wurde. Es war nun zu untersuchen, ob die ausgeschlüpften Mirazidien durch die Einwirkung der Verdauungssäfte zugrunde gingen oder ob sie sich in das Gewebe einbohrten. Bei den Darminhaltuntersuchungen war mir aufgefallen, daß etwa 5 Stunden nach der Fütterung sich nur noch ganz vereinzelte

Exemplare zeigten. Da ein Absterben im Darmrohr nicht festgestellt wurde, so mußte eine Abwanderung erfolgt sein. Über ihren Verbleib gaben mir Schnittpräparate Aufschluß. Diese zeigten, daß das Mitteldarmdrüsengewebe von zahlreichen Mirazidien durchsetzt war. Zur Feststellung der Wanderstraßen der Larven innerhalb des Schneckengewebes ging ich bei meinen weiteren Versuchen so vor, daß ich die Schnecken nur einmal mit Leberegeln fütterte und sie dann in Abständen von 5, 10, 15, 30, 45 Min., 2, 3, 4, 5, 24 Stunden, 2—10 Tagen und 2 bis 6 Wochen konservierte.

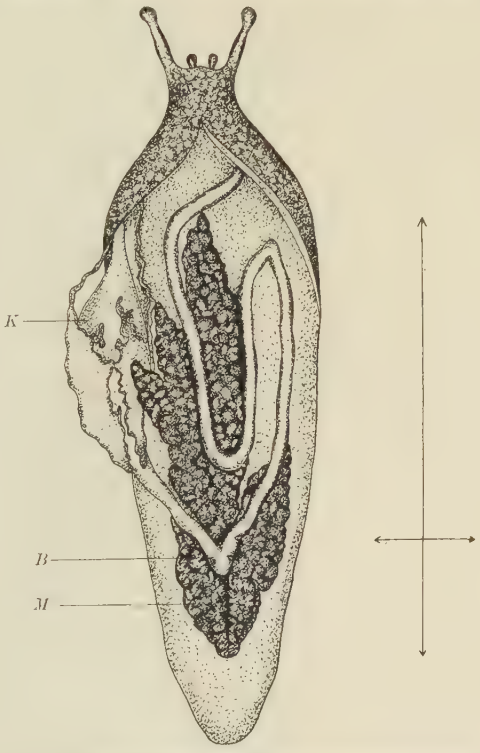

Abb. 9. *Arion subfuscus* nach Freilegen des Darmes und der Mitteldarmdrüse. Die Pfeile deuten die Wanderungsrichtung der Mirazidien innerhalb der Mitteldarmdrüse an. *K* = Kropf; *B* = Blindsack, *M* = Mitteldarmdrüse. Vergr. 3:1.

Die Untersuchung der Schnittpräparate ergab, daß das Ausschlüpfen der Mirazidien in der Hauptsache in dem kropfartigen Vorderteil des Darmrohres erfolgt war (Abb. 9, *K*). Daneben konnte ich jedoch auch Mirazidien im Dünndarm feststellen. Das Schlüpfen konnte ich oft schon 5 Min. nach der Fütterung beobachten. Die Bewegung innerhalb des Darmrohres und die Einwanderung der Mirazidien in die Mitteldarmdrüse erfolgte mit verhältnismäßig großer Geschwindigkeit. Nach einer Viertelstunde erschienen die ersten bereits in den Ausfuhrgängen der Mitteldarmdrüse sowie in dem Lumen der Follikel. Nach $^1/_2$ Stunde hatten sie bereits das Drüsenepithel passiert und befanden sich in dem lockeren Bindegewebe, das die einzelnen Mitteldarmdrüsenfollikel verbindet. Aus der relativ großen Wanderungsgeschwindigkeit erklärt es sich auch, daß ich beim Durchmustern der Schnittpräparate von Schnecken, die 2 und 3 Stunden nach der Fütterung konserviert worden waren, nur noch wenige Mirazidien in den Hohlräumen des Darmes und der Mitteldarmdrüse feststellen konnte. So fand ich z. B. in einer Schnecke, die 3 Stunden nach der Fütterung mit Lanzettegeln konser-

viert worden war, von ungefähr 1000 in die Mitteldarmdrüse eingewanderten Mirazidien nur noch 6 in dem Lumen der Drüsenfollikel vor. Daraus ersieht man, daß die Wanderung nicht beliebig, sondern gerichtet erfolgt. Waren nämlich die Mirazidien mit dem Nahrungsstrom im Lumen der Follikel angelangt, so bohrten sie sich einen Weg durch das Drüsenepithel (Abb. 10). Auf den Schnittpräparaten waren ihre charakteristischen Körperstellungen, welche die Bemühungen beim Durchstoßen des ersten größeren Hindernisses zeigten, deutlich erkennbar. Die ausgebuchteten Wandstellen zeigten, mit welcher Energie die Wandung mit Hilfe des Bohrstachels zu durchbrechen versucht wurde.

Abb. 10. Ein Mirazidium beim Durchstoßen eines Mitteldarmdrüsenfollikels von *Arion subfuscus*. HEIDENHAIN. Vergr. 320:1.

Bei diesen Durchbruchsversuchen wurden die benachbarten Zellen oft zerstört, so daß sich solche Stellen auf den Schnittpräparaten durch Hohlräume kenntlich machten. Auf ihrer Wanderung gelangten die Mirazidien schließlich in jene inselartigen Bindegewebsmassen, die sich zwischen den Follikeln befinden, glatte Muskelfasern als Einlagerungen besitzen und schmale Bindegewebsstreifen zwischen die Follikel schicken. Diese dünnen Bindegewebsstreifen bilden die Zugangsstraße zu dem Ort der endgültigen Ansiedelung der Mirazidien (Abb. 11). Die Wanderung innerhalb des Bindegewebes verlief in der Richtung der Fasern. Bei der Durchsicht der Schnittserien kam mir nie ein Mirazidium zu Gesicht, das bei seiner Wanderung zum Mitteldarmdrüsenbindegewebe den direkten Weg durch die Muscularis des Darmes eingeschlagen hatte. Solange es noch auf der Wanderung begriffen war, lag es exzentrisch in einer Höhle mit der Stirnseite dem verjüngten Ende derselben zugekehrt, während es

im Zustand der Ruhe von der Höhlenwand konzentrisch umgeben wurde (Abb. 11 und 12). Im Darm- und im Mitteldarmdrüsenlumen trug

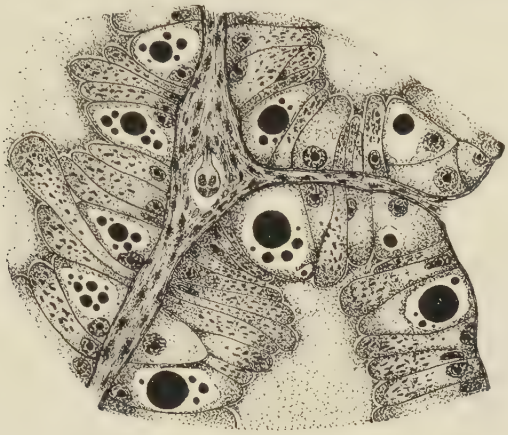

Abb. 11. Wanderndes Mirazidium im Bindegewebe von *Arion subfuscus*. HEIDENHAIN. Vergr. 230:1.

es noch sein Wimperkleid. Im Gewebe stellte ich nie ein noch mit Zilien versehenes Mirazidium fest. Ob die Zilien beim Eindringen in das Drü-

Abb. 12. Junge Sporozyste mit 4 Keimkernen im Bindegewebe der Mitteldarmdrüse von *Limax tenellus*. HEIDENHAIN. Vergr. 230:1.

senepithel abgestreift worden waren oder sich aufgelöst hatten, entzieht sich meiner Kenntnis. Eine Einwanderung der Mirazidien in die Zwitter- und Eiweißdrüse und in das Nieren- und Muskelgewebe habe ich nie be-

obachten können. Nur einmal gelang es mir, ein Individium außerhalb der Mitteldarmdrüse in der Leibeshöhle zu entdecken (Abb. 13).

Um das Vordringen der Mirazidien in die Mitteldarmdrüsenfollikel und die angrenzenden Bindegewebsteile zeitlich und örtlich genau festzustellen, wandte ich die „Stufenzählmethode" an, wie sie KRIJGSMAN bei seinen Untersuchungen über den Arbeitsrhythmus der Verdauungsdrüsen von *Helix pomatia* gebrauchte (1924 und 1928). Zu diesem Zwecke wurden die Schnecken nur einmal mit Leberegeln gefüttert, in bestimmten zeitlichen Abständen konserviert und in 5 μ dicke Querschnitte zerlegt. Dann durchsuchte ich die Schnecke, bei der Schwanzspitze beginnend und nach dem Kopfende fortschreitend, auf eingewanderte Mirazidien, stellte ihre Zahl in den Bindegewebslagen fest und notierte bei jedem einzelnen die genaue Lage, um so die zahlenmäßige Verteilung innerhalb der Mitteldarmdrüse festzulegen.

Abb. 13. Ein Mirazidium außerhalb der Mitteldarmdrüse von *Arion subfuscus*. HEIDENHAIN. Vergr. 230:1.

In den Tabellen 1–3 legte ich das Ergebnis meiner Untersuchungen nieder.

Spalte 1 enthält die einzelnen Mitteldarmdrüsenabschnitte, in denen die Zählung der Mirazidien vorgenommen wurde. Die Messung erfolgte in μ. Die Zahlen bedeuten die Entfernungen der untersuchten Abschnitte von den Mündungsstellen der Mitteldarmdrüsenausfuhrgänge in den Blinddarm. Die in den Tabellen eingezeichneten Pfeile zeigen an, in welcher Richtung die Messung erfolgte. Gleichzeitig geben sie die Wanderungsrichtung der Mirazidien an.

Spalte 2 bringt die Zahlen der auf je 100 Schnitten in den einzelnen Zonen gefundenen Mirazidien.

Spalte 3 orientiert über die geschnittenen Organe der Schnecke und bestimmt somit die Lage der Mirazidien.

Außerdem stelle ich die Zahlen der Tabellen 1—3 in Kurvenform dar (Abb. 14—16). Auf den Horizontalen sind die Zahlen der Tabellenspalten unter 1 und auf den Vertikalen die unter 2 abgetragen.

Tabelle 1 (vgl. dazu Abb. 14). 2-Stundenstadium: Die Schnecke *Arion subfuscus* wurde 2 Stunden nach der Fütterung konserviert. S = Schwanz; K = Kopf.

	1	2	3
K ↑	1160—1720	0,00	Mitteldarmdrüse, 2 bzw. 4 Darmquerschnitte
	560—1160	2,50	„ 2 „ 4 „ , Blindsack
	0—560	7,14	„ 2 „ 4 „ , *Mitteldarmdrüsenausfuhrgänge*
	0—630	11,11	Mitteldarmdrüse, Zwitterdrüse
	630—1390	7,89	„ „ , Blindsack
S ↓	1390—2365	4,10	„ „

Tabelle 1 (2-Stundenstadium) zeigt, daß sich die größte Ansammlung von Mirazidien an jener Stelle der Mitteldarmdrüse befindet, wo die Ausfuhrgänge derselben in den Blindsack münden. Verfolgen wir von

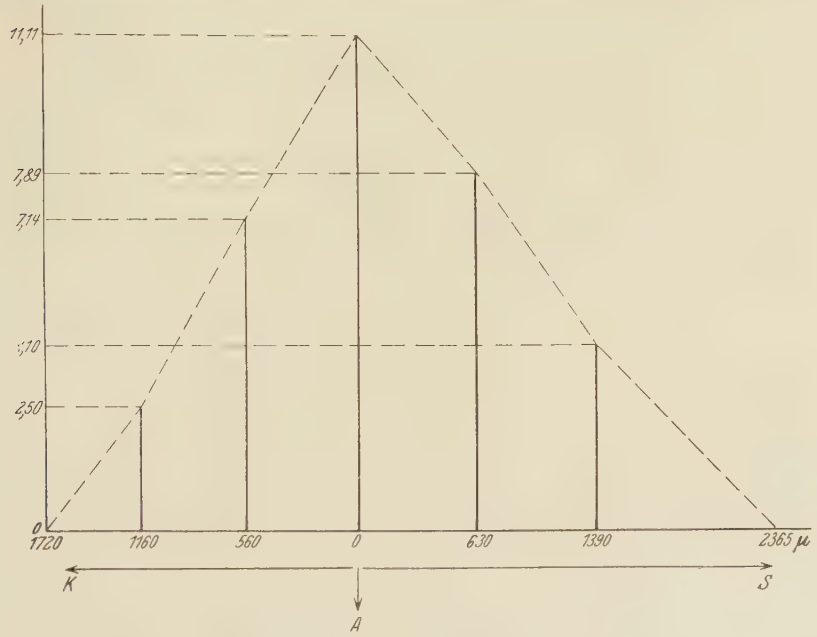

Abb. 14. Verteilung der Mirazidien innerhalb der Mitteldarmdrüse zwei Stunden nach der Fütterung von *Arion subfuscus* mit Lanzettegeln. *K* = Kopf, *S* = Schwanz, *A* = Ausfuhrgänge der Mitteldarmdrüse.

da aus die Schnitte in entgegengesetzten Richtungen, so begegnen uns immer weniger Mirazidien. Während sie aber nach dem Schwanzende zu schon fast bis in die äußersten Follikel vorgedrungen sind, finden wir die an dem Vorderende gelegenen Schnitte noch vollständig frei von ihnen (vgl. dazu Abb. 14).

Tabelle 2 (vgl. dazu Abb. 15). 3-Stundenstadium.

	1	2	3
K ↑	1950—2550	0,00	Mitteldarmdrüse, 4 Darmquerschnitte, Eiweißdrüse, Niere, Lunge
	1300—1950	13,84	Mitteldarmdrüse, 4 Darmquerschnitte, Eiweißdrüse, Niere, Lunge
	650—1300	60,00	Mitteldarmdrüse, 4 Darmquerschnitte, Eiweißdrüse, Niere, Lunge
	0—650	141,53	Mitteldarmdrüse, 2 bzw. 4 Darmquerschnitte
	0—650	410,76	„ Zwitterdrüse, *Mitteldarmdrüsenausfuhrgänge*
	650—1490	280,75	Mitteldarmdrüse, Zwitterdrüse, Blindsack
	1490—2190	221,42	„ „
S ↓	2190—3390	26,66	„ „

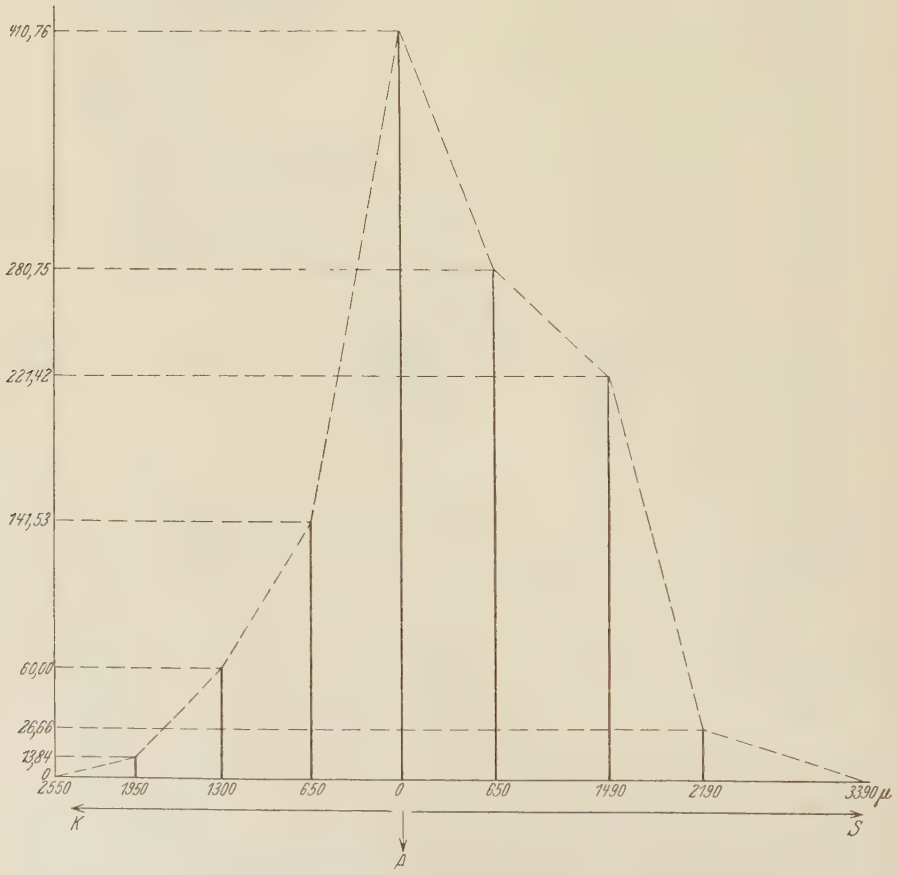

Abb. 15. Verteilung der Mirazidien innerhalb der Mitteldarmdrüse 3 Stunden nach der Fütterung von *Arion subfuscus* mit Lanzettegeln.

In Tabelle 2 (3-Stundenstadium) sehen wir, daß die Hauptmasse der Mirazidien auf ihrer Wanderung bereits weiter nach dem Kopf- und Schwanzende der Mitteldarmdrüse vorgedrungen ist (vgl. dazu Abb. 15).

Während 2 und 3 Stunden nach der Fütterung noch ein reger Nachschub der Mirazidien von der kropfartigen Erweiterung des Vorderdarms erfolgt, verebbt derselbe in der nun folgenden Zeit.

Tabelle 3 (vgl. dazu Abb. 16). 5-Stundenstadium.

	1	2	3
K ↑	4950—7185	0,00	Mitteldarmdrüse, 4 Darmquerschnitte, Zwitterdrüse, Niere, Eiweißdrüse
	4200—4950	2,00	Mitteldarmdrüse, 4 Darmquerschnitte, Zwitterdrüse, Niere, Eiweißdrüse
	3450—4200	5,45	Mitteldarmdrüse, 4 Darmquerschnitte, Zwitterdrüse, Niere
	2410—3450	12,72	Mitteldarmdrüse, 4 Darmquerschnitte, Zwitterdrüse, Niere
	1800—2410	16,36	Mitteldarmdrüse, 4 Darmquerschnitte, Zwitterdrüse, Niere
	900—1800	10,00	Mitteldarmdrüse, 4 Darmquerschnitte, Zwitterdrüse, Niere
	0—900	6,66	Mitteldarmdrüse, 4 Darmquerschnitte, Zwitterdrüse, Niere, *Mitteldarmdrüsenausfuhrgänge*
	0—900	0,01	Mitteldarmdrüse, 2 Darmquerschnitte, Zwitterdrüse
	900—1725	9,11	„ 2 „ „
	1725—2715	16,66	„ 2 „ „
	2715—3615	13,33	„ 2 „ „
	3615—4815	8,75	„ 2 „ „
S ↓	4815—10815	5,00	„ Blindsack

Tabelle 3 (5-Stundenstadium) lehrt, daß nach 5 Stunden die Einwanderung in die Mitteldarmdrüse beendet ist. Nur noch wenige Mirazidien befinden sich in den Gewebeteilen unmittelbar neben dem Blindsack. Die Spitze der Einwanderer hat bereits die äußersten der nach dem Kopf- und Schwanzende gelegenen Follikel erreicht. Wie Abb. 16 deutlich zum Ausdruck bringt, erfolgt die Überschwemmung der Mitteldarmdrüse in Form von zwei Wellen, die am Blindsack ihren Anfang nehmen, nach entgegengesetzten Richtungen auseinanderwandern und durch ein scharf begrenztes Wellental getrennt sind.

Somit brachte mir die „Stufenzählmethode" eine Bestätigung meiner schon früher gemachten Feststellungen über die Wanderung der Mirazidien innerhalb der Mitteldarmdrüse. Bei der Untersuchung späterer Stadien zeigte sich, daß nach Verlauf 1 Tages die größte Zahl der Mirazidien die Stelle ihrer endgültigen Ansiedelung im interalveolären Binde-

gewebe erreicht hatte. Der Rest befand sich noch zwischen den Follikeln in den schmalen Bindegewebslagen auf dem Wege dahin. Nach ungefähr 4 Tagen schien die Wanderung beendet zu sein; denn die Mirazidien lagen mit eingezogenem Bohrstachel in Höhlen innerhalb des Bindegewebes, und ihr Körper hatte sich abgerundet. In späteren Stadien machten sich leichte Anzeichen eines beginnenden Zerfalls bemerkbar. Das Volumen

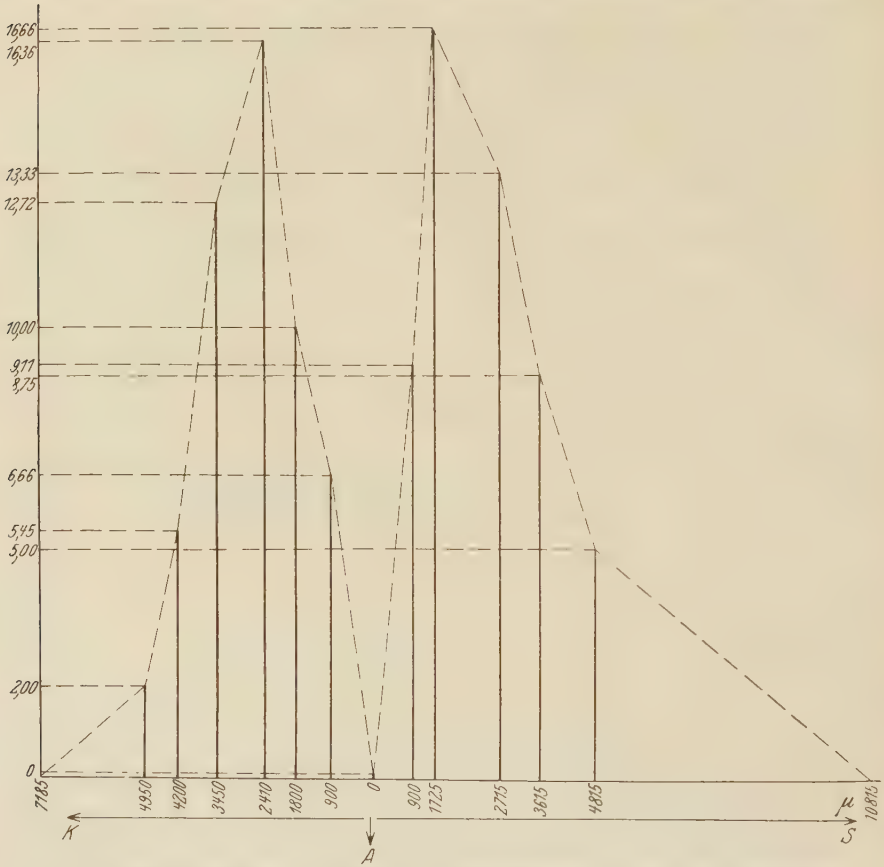

Abb. 16. Verteilung der Mirazidien innerhalb der Mitteldarmdrüse 5 Stunden nach der Fütterung von *Arion subfuscus* mit Lanzettegeln.

des Mirazidiumkörpers hatte sich verringert und der Bohrstachel war zum Teil schon aufgelöst worden. Die augenfälligsten Veränderungen zeigten die „Körnerballen". Während vor Beginn der Zersetzung eine Unmenge dichtgelagerter, stark gefärbter Körnchen einen Einblick in ihr Inneres unmöglich machte, trat nach ungefähr 1 Woche durch starke Verminderung der Körnchen ein nukleolusartiges Gebilde auf. Die ganze Struktur deutete nun darauf hin, daß die „Körnerballen" Kerne

sind, die in den stark färbbaren Körnchen eine große Menge Chromatin aufweisen. Einen weiteren Beweis für die Richtigkeit meiner Annahme werde ich später bringen (siehe S. 689). Im Hinblick auf die Bedeutung der „Körnerballen" bei der Keimballenbildung innerhalb der Sporozyste werde ich von nun an dieselben als „Keimkerne" bezeichnen. Nach ungefähr 10 Tagen hatte sich die Menge des Chromatins so stark verringert, daß nur noch einzelne Körnchen die Kernwand bedeckten. Der Nukleolus lag in einer fast chromatinfreien Kernhöhle, deren Wand ein runzeliges Aussehen zeigte. An dieser Stelle möchte ich darauf hinweisen, daß bei der Weiterbildung des Mirazidiums zur jungen Sporozyste in *Limax tenellus* ebenfalls eine Verminderung des Chromatins innerhalb der „Keimkerne" eintrat. Doch war dieselbe lange nicht so stark wie die bei der Auflösung der „Keimkerne". Der größte Teil des Chromatins blieb erhalten und lag gleichmäßig verteilt in der Kernhöhle (siehe S. 687). Nach ungefähr 14 Tagen war die Auflösung der Mirazidien im Gewebe beendet.

Limax tenellus.

Diese Spezies war von allen untersuchten Schnecken diejenige, bei der das Mirazidium offenbar die günstigsten Voraussetzungen für eine Weiterentwicklung fand. Dieses zeigte sich einerseits in dem überaus starken Ausschlüpfen der Mirazidien im Darme und zum anderen in der nicht weniger zahlreichen Einwanderung in das Mitteldarmdrüsengewebe. Bei dieser Schnecke konnte ich in letzterem eine Weiterbildung zur Sporozyste beobachten. In einer Schnecke stellte ich 4 Tage nach der Fütterung winzige Keimschläuche fest, die in ihrem Innern von zahlreichen großen Kernen erfüllt waren. Bei einer erneuten Infektion von 30 Schnecken fand ich bei 3 Exemplaren wieder den Beginn einer Sporozystenentwicklung. Da ich nun gleichzeitig bei einer Schnecke in dem Nierenlumen bohrstachellose Stummelschwanzzerkarien antraf, kam ich auf den Gedanken, daß die jungen Sporozysten möglicherweise in den Entwicklungszyklus der gleichzeitig aufgefundenen Zerkarien gehören könnten. Um mir Gewißheit zu verschaffen, infizierte ich junge Schnecken, die ich in einem Zuchtbehälter aus Eiern gezogen hatte, erneut mit Lanzettegeleiern. Die spätere Untersuchung zeigte, daß die Mirazidien noch nach 6 Wochen fast unverändert im Bindegewebe der Mitteldarmdrüse lagen. Als einzige Veränderungen konnte ich nur das Fehlen des Bohrstachels sowie die Verminderung der Chromatinkörner in den 4 „Keimkernen" feststellen. Nur bei 3 Schnecken hatte sich die Anzahl der „Keimkerne" vermehrt und zwar bei einem Exemplar auf 6 und bei den beiden anderen auf 8. An der Zugehörigkeit der nach der Erstinfektion gefundenen Sporozysten zum Lanzettegel schien damit kein Zweifel mehr zu bestehen. Es zeigte sich also, daß *Limax tenellus* für eine

Tabelle 4.

Schneckenart	Die Zahl der im Darm ausgeschlüpften Mirazidien war bei		Die Zahl der in das Bindegewebe der Mitteldarmdrüse eingewanderten Mirazidien war bei		Die Auflösung der Mirazidien im Bindegewebe der Mitteldarmdrüse erfolgte nach ungefähr
	jungen Tieren	alten Tieren	jungen Tieren	alten Tieren	
Arion empiricorum	ziemlich groß	fast Null	ziemlich groß	gleich Null	14 Tagen
„ *intermedius*	groß	groß	groß	groß	18 „
„ *circumscriptus*	gering	gering	gering	gering	10 „
„ *hortensis*	„	„	„	„	14 „
„ *brunneus*	sehr gering	sehr gering	gleich Null	gleich Null	—
Agriolimax agrestis	groß	groß	groß	groß	14 „
Limax maximus	gering	fast Null	gleich Null	gleich Null	—
„ *arborum*	groß	groß	gering	gering	10 „
„ *flavus*	gering	fast Null	gleich Null	gleich Null	—
„ *tenellus*	sehr groß	sehr groß	sehr groß	sehr groß	Weiterentwicklung zur jungen Sporozyste

Weiterbildung der Mirazidien geeigneter war als die anderen Nacktschneckenarten. Die bisher erwähnten Infektionen waren im Herbst und Winter vorgenommen worden. Um festzustellen, ob das Schnekkengewebe im Sommer bessere Voraussetzungen für die Weiterentwicklung des Mirazidiums bietet, setzte ich im Sommer 1930 eine neue Infektion an. Von 40 infizierten Schnekken blieben 13 am Leben, und bei 9 von diesen konnte der Eintritt in die Sporozystenentwicklung beobachtet werden. Zwar kam es innerhalb der jungen Sporozysten zur Ausbildung von „Keimballen", aber nach $4^1/_2$ Wochen setzten bereits die ersten Zerfallserscheinungen ein. So brachte also die Sommerinfektion gegenüber den Herbst- und Winterinfektionen keine wesentlichen Fortschritte in der Weiterentwicklung der Sporozyste.

Die Umwandlung der Mirazidien in die jungen Sporozysten vollzog sich, soweit dies aus Schnittserien festzustellen war, folgendermaßen: Die ersten an den Mirazidien wahrgenommenen Veränderungen bestanden in der Auflösung des Bohrsta-

chelapparates und in der Verringerung des Chromatins der 4 „Keimkerne". Im weiteren Verlauf der beginnenden Entwicklung stellte ich eine Größenzunahme fest. Die Keimkerne verteilten sich gleichmäßig im Innern (Abb. 16). Es entwickelte sich ein winzig kleiner Schlauch, den ich von nun an als junge Sporozyste bezeichnen will, weil die charakteristischen Merkmale des Mirazidiums wie Bohrstachel und Wimperkleid fehlten, und sich im Innern jene Keimballen bildeten, die für eine Sporozyste wesentlich sind. Die jungen Sporozysten erwiesen sich in ihrer Form von der Gestaltung des umgebenden Bindegewebes abhängig, indem sie in schmalen Lagen gestreckt waren und die „Keimkerne" in einer Reihe hintereinander zeigten, während sie sich in den Zwickeln zwischen den Follikeln mehr abrundeten. Durch Teilung der

Abb. 17. Zwei junge Sporozysten mit vielen Keimkernen im Bindegewebe der Mitteldarmdrüse von *Limax tenellus*. HEIDENHAIN. Vergr. 230:1.

„Keimkerne" wuchs ihre Zahl auf 8, 16 und mehr. Sie verteilten sich regellos im Innern der jungen Sporozysten (Abb. 17). Abgrenzungen von Plasmamassen um die einzelnen Kerne sowie Zellgrenzen konnten nicht festgestellt werden. Bei Vierwochenstadien beobachtete ich zum ersten Male, wie sich die „Keimkerne" zu vier Keimballen zusammengeschlossen hatten. Eine Weiterentwicklung konnte ich nicht feststellen, da bereits nach $4^1/_2$ Wochen Zerfallserscheinungen auftraten. Die Keimschläuche waren zerfallen, und die schon zum Teil aufgelösten Keimballen lagen frei in den Bindegewebshöhlen (Abb. 18).

Hier möchte ich kurz noch einen Befund anführen, den ich während meiner Untersuchungen an Nacktschnecken machte und der nicht direkt im Zusammenhange mit dem Lanzettegelproblem steht. Bei zahlreichen Exemplaren von *Arion subfuscus*, die ich in einem Wäldchen im oberen Marbachtal sammelte, stellte ich einen massenhaften Befall mit bohrstachellosen Stummelschwanzzerkarien fest. Dieselben lagen in stark verzweigten Sporozysten in der Eiweißdrüse. Einige von ihnen hatten sich bereits aus den Sporozysten befreit und befanden sich im Lumen

der Niere. Sie unterschieden sich von den Keimschlauchzerkarien durch ihre Größe und die weiter fortgeschrittene Ausbildung des Darm- und Exkretionssystems. Außerdem hatte der größte Teil von ihnen das schwanzähnliche Anhängsel am Hinterende des Körpers abgeworfen. Außer bei *Arion subfuscus* fand ich diese Zerkarie noch in geringen Mengen bei *Limax tenellus*, *Limax agrestis* und *Limax arborum*. Auf Grund ihres Baues und der Entwicklung in verzweigten

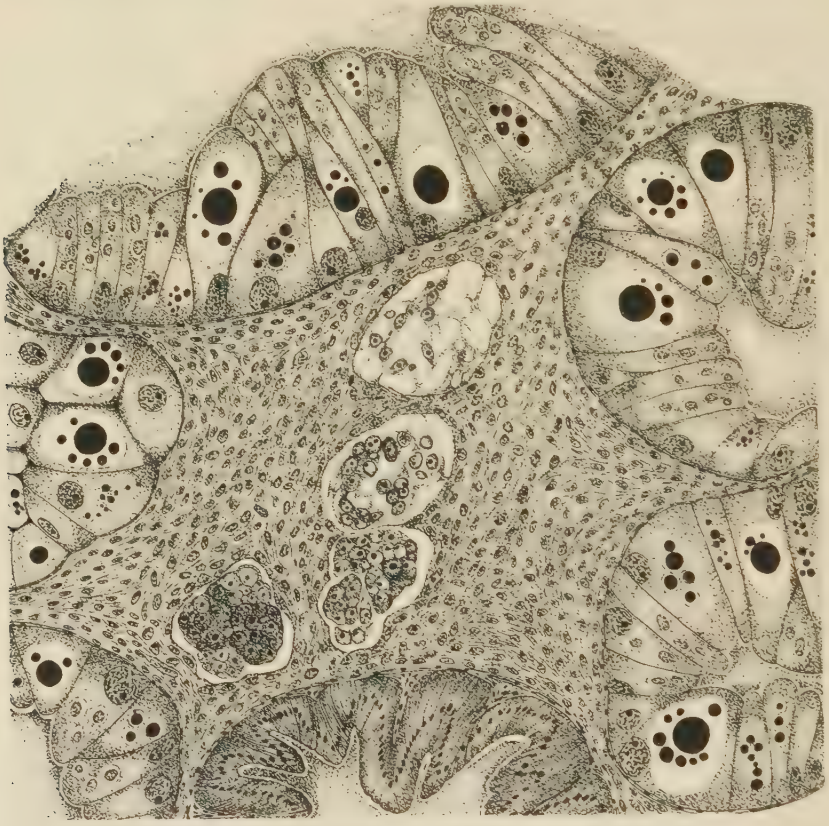

Abb. 18. Junge Sporozysten mit Keimballen im Bindegewebe der Mitteldarmdrüse von *Limax tenellus* in Auflösung begriffen. HEIDENHAIN. Vergr. 230:1.

Sporozysten handelt es sich zweifellos um *Cercariacum helicis*. Sie gehört in den Entwicklungszyklus des Igeltrematoden *Harmostomum leptostomum*. Bezüglich der Wirtswahl scheinen den Zerkarien dieses Trematoden nicht so enge Grenzen gezogen zu sein wie denen vieler anderer Trematoden; denn HOFMANN (1899) stellte sie bereits in dem Nieren- und Mitteldarmdrüsengewebe von *Helix arbustorum*, *Helix nemoralis*, *Helix hortensis* und *Helix pomatia* sowie in einer *Arion*- und *Succinea*-Art fest.

6. Infektionsversuche bei Landgehäuseschnecken.

Da die Befunde bei den Infektionen von Landgehäuseschnecken im wesentlichen mit denen bei Nacktschnecken übereinstimmen, beschränke

ich mich darauf, die Ergebnisse in Form einer Tabelle anzuführen (siehe Tabelle 5).

Wenn wir die Ergebnisse unserer Fütterungsversuche bei Wasser-, Nackt- und Landgehäuseschnecken, die in den drei voraufgegangenen Abschnitten niedergelegt worden sind, überschauen, so können wir feststellen, daß der Darmsaft der untersuchten Landschnecken im Gegensatz zu dem der Wasserschnecken günstig für das Ausschlüpfen der Mirazidien ist. Es ist wohl anzunehmen, daß die chemisch-physikalische Beschaffenheit desselben von ausschlaggebender Bedeutung für den Schlüpfungsvorgang ist. Neuere Untersuchungen von Graetz (1929) haben gezeigt, daß sich bei Wasser- und Landpulmonaten der Darmsaft bezüglich des Fermentgehaltes weitgehend unterscheidet. Es wirken nämlich die Verdauungssekrete der Wasserschnecken viel weniger intensiv auf die Nahrungsstoffe ein als die der Landschnecken. Vielleicht gibt diese Feststellung die Erklärung für die Tatsache, daß die Mirazidien nur im Darmsaft von Landschnecken zum Ausschlüpfen kommen. Die Succineen scheinen nach meinen Versuchen hinsichtlich einer Mirazidieninfektion eine Mittelstellung zwischen den land- und wasserbewohnenden Mollusken einzunehmen. Die Mirazidien schlüpfen bei ihnen nur in geringer Zahl im Darm aus, gelangen aber nicht in die Mitteldarmdrüse, da sie bereits auf dem Wege dahin absterben. Es ist vielleicht angebracht, zu erwähnen, daß die Succineen in ihrer Lebensweise

Tabelle 5.

Schneckenart	Die Zahl der im Darm ausgeschlüpften Mirazidien war bei		Die Zahl der in das Bindegewebe der Mitteldarmdrüse eingewanderten Mirazidien war bei		Die Auflösung der Mirazidien im Bindegewebe der Mitteldarmdrüse erfolgte nach ungefähr
	jungen Tieren	alten Tieren	jungen Tieren	alten Tieren	
Succinea putris	gering	gering	gleich Null	gleich Null	—
Chilotrema lapicida	sehr groß	sehr groß	„ „	„ „	—
Helix pomatia	groß	fast Null	gering	„ „	14 Tagen
Cepaea hortensis	„	„ „	„	„ „	10 „
Cepaea nemoralis	„	„ „	„	„ „	12 „
Arianta arbustorum	„	„ „	„	„ „	12 „
Eulota fruticum	„	„ „	„	„ „	10 „

einen amphibischen Charakter zeigen. Es ist bekannt, daß sie von Wassergrabenrändern aus ins Wasser hineinkriechen und dort nach Art der Limnaeen schwimmen. Es ist wohl anzunehmen, daß der Darmsaft dieser amphibischen Schnecke intensiver wirkt als der von Wasserschnecken und vielleicht dadurch das Mirazidium zum Schlüpfen bringt. Andererseits hat er aber sicher noch nicht jene chemisch-physikalische Beschaffenheit wie bei den typischen Landschnecken, so daß eine Einwanderung der Mirazidien in die Mitteldarmdrüse nicht ermöglicht wird.

Ferner haben meine Versuche gezeigt, daß die Landschnecken ein ungefähr einheitliches Verhalten gegenüber den Mirazidien zeigen, insofern bei allen untersuchten Arten ein Ausschlüpfen derselben erfolgte. Damit decken sich vielleicht die Feststellungen von Graetz, wonach die Enzymkraft der Verdauungssäfte bei den Landpulmonaten unabhängig ist von der Art der aufgenommenen Nahrung.

Als weiteres Ergebnis der Infektionsversuche zeigte sich bei Landschnecken, sowohl bei den Nacktschnecken (*Arion empiricorum*, *Limax maximus*, *Limax flavus*) als auch bei den Landgehäuseschnecken (*Helix pomatia*, *Cepaea nemoralis*, *Cepaea hortensis*, *Arianta arbustorum*, *Eulota fruticum*) ein unterschiedliches Verhalten von alten und jungen Tieren gegenüber dem Lanzettegelei. In jungen Tieren kam das Mirazidium zum Ausschlüpfen, während bei alten Tieren das Ei den Darm unbeeinflußt passierte. Daraus ersieht man, daß die chemisch-physikalische Beschaffenheit des Darmsaftes mit dem Alter der erwähnten Landschnecken eine Veränderung erfährt. Einen Hinweis in dieser Richtung fand ich bei Jordan (1929), wonach der Lichenasewert des Kropfsaftes von *Helix pomatia* bei jungen und alten Tieren nicht derselbe ist.

II. Bemerkungen über die Molluskenfauna in einem verseuchten Gebiet an der Werra bei Witzenhausen.

Als meine Versuche an Wasser-, Nackt- und Landgehäuseschnecken des oberen Lahntales nicht zur Auffindung des Lanzettegelzwischenwirtes führten, tauchte in mir der Plan auf, die Fauna der Weidegebiete in Lanzettegelgebieten einem genaueren Studium zu unterziehen. Herr Veterinärrat Dr. Grundmann vom Kasseler Schlachthof hatte die Liebenswürdigkeit, mir einige Gebiete anzugeben, aus denen heraus die Belieferung des Kasseler Schlachthofs mit Schafen erfolgte, die zum Teil mit Lanzettegeln stark verseucht waren. In der Hauptsache kam die Werragegend bei Witzenhausen in Frage. In den beiden Sommern 1929 und 1930 untersuchte ich die Fluren der Gemarkungen Hedemünden, Ziegenhagen und Bornhagen auf Schnecken. Das Arbeitsgebiet zählt zu dem südlichen Randgebiet des Eichsfeldes und gehört in geologischer Hinsicht der Triasformation an. Man findet dort auf engem Raum nebeneinander Buntsandstein, Muschelkalk und Keuper. Ich unter-

suchte in der Hauptsache jene Muschelkalkrücken, auf denen stark verseuchte Schafherden weideten, z. B. den Hegen, Huben- und Ebberg bei Hedemünden an der Werra und den Bell- und Heuberg bei Bornhagen an der oberen Leine. Hegen und Hubenberg steigen aus Sandsteinplatten heraus und bestehen aus unterem Muschelkalk. Bei den Bergrücken in der Umgebung von Bornhagen tritt zu oberem, mittlerem und unterem Muschelkalk noch Keuper hinzu. Infolge des Fehlens von tonigen Zwischenlagen und der damit zusammenhängenden Wasserdurchlässigkeit liefert der untere Muschelkalk einen Boden, der wegen seiner steinigen Beschaffenheit und Unfruchtbarkeit für eine Feldkultur nicht in Frage kommt. Große Flächen sind unbebaut und dienen lediglich als Schafweide. Die nach Süden gelegenen Hänge sind in vielen Fällen mit Kirschbäumen bepflanzt. Das an Verwerfungsspalten von Quellen ausgeschüttete Wasser fließt infolge der steilen Hänge rasch zu Tal und läßt in den seltensten Fällen Wasseransammlungen entstehen. Die klaren, kalkhaltigen, rasch bewegten Gewässer sind für die Entstehung einer reichhaltigen Wasserschneckenfauna nicht geeignet. Neben einigen Exemplaren von *Limnaea palustris* fand ich in den Drainagegräben des Rittergutes Schulte-Hiltrup in Bornhagen und in einem Wassergraben auf den Berlepschen Gütern *Limnaea truncatula*. Von 45 untersuchten Exemplaren der letzten Art war 1 durch die Zerkarie von *Fasciola hepatica* befallen. Auf Nacktschnecken habe ich mein Augenmerk weniger gerichtet. Sie sind infolge der Wasser- und Waldarmut der Muschelkalkrücken sowohl in Art- als auch Individuenzahl nur spärlich vertreten. Bei meinen Geländeuntersuchungen stellte ich folgende Arten fest: *Arion empiricorum*, *Arion subfuscus*, *Arion intermedius*, *Limax agrestis* und *Limax tenellus*. Das Hauptgepräge der Molluskenfauna bekommen die Weidegebiete durch die gehäusetragenden Landschnecken. Von größeren Gehäuseschnecken sind an erster Stelle zu nennen: *Helix pomatia*, *Cepaea nemoralis* und *Cepaea hortensis*. In großen Mengen bevölkern sie die Weiden, wenn ihnen durch Hecken, Gebüsche, Kirschbaumschößlinge oder Wacholderbüsche Gelegenheit geboten wird, in Trockenzeiten Unterschlupf zu finden. Eine häufige Bewohnerin der am Fuße der Steilhänge sich ansammelnden abgebröckelten Wellenkalke ist *Chilotrema lapicida*. Andere in dem Weidegelände aufgefundene Gehäuseschnecken, die aber wegen ihrer geringen Zahl als Lanzettegelzwischenwirte wohl kaum in Frage kommen, sind: *Arianta arbustorum*, *Fruticicola hispida*, *Eulota fruticum*, *Goniodiscus rotundatus*, *Clausilia bidentata* und *Lacinaria biblicata*. An Grabenrändern trifft man in enger Berührung mit dem Wasser *Succinea putris*. *Zebrina detrita* Müll., die in den Arbeiten Nöllers und Vogels als Trägerin von *Cercaria vitrina* erwähnt wird, scheint in den von mir untersuchten Gebieten nicht vorzukommen. Als einzige Vertreterin der Buliminiden fand ich *Ena ob-*

scura Müll. Besondere Beachtung als typische Bewohner der sonnigen Muschelkalkrücken verdienen zwei Vertreter der Xerophilen, nämlich *Xerophila ericetorum* Müll. und *Xerophila candidula* Studer. Man findet sie entweder vergesellschaftet oder auch getrennt. Die kleine *Xerophila candidula* bevölkert in der Hauptsache den kurzen Hutrasen, wo sie auch bei trockenem Wetter an dürren Grashalmen festgekittet den heißen Sonnenstrahlen trotzt. Die größere *Xerophila ericetorum* dringt von Ödlandstreifen und Hutrasen aus nach Wegrändern und Eisenbahndämmen vor und bevölkert auch Luzerne- und Esparsettefelder. Die genannten Xerophilen sind vorwiegend auf den leicht löslichen jüngeren Kalken anzutreffen. Sie fehlen auf Buntsandstein und sind höchstens auf dem Röt (Sandstein) anzutreffen, der noch teilweise von den abgerollten und abgeschwemmten Verwitterungsprodukten der Schaum- und Wellenkalke überlagert ist. Auf Keuper fand ich sie nur in ganz wenigen Exemplaren. Durch Untersuchung der erwähnten Schnecken auf Sporozysten und Zerkarien hoffte ich einen Weg zur Lösung des Lanzettegelproblems zu finden. Mit Ausnahme von *Xerophila candidula* waren alle Schnecken zerkarienfrei. Es handelte sich bei den befallenen Tieren um *Cercaria vitrina*, die, wie bereits erwähnt wurde, schon durch Nöller und Vogel zum Ausgangspunkt von Untersuchungen zur Ermittlung der Lanzettegelentwicklung benutzt wurde. Der Prozentsatz des Befalles belief sich bei diesen kleinen Kalkschnecken am Hegen auf 10%, am Bell- und Heuberg auf 13% und am Hanstein auf 6%. Die Zerkarien kamen nur in älteren Schnecken vor. Da *Cercaria vitrina* die einzige Zerkarie war, die ich in den Gehäuseschnecken auf den kurzrasigen Muschelkalkrücken fand, so lag es nahe, sie mit dem Lanzettegel in Verbindung zu bringen. Im folgenden Kapitel werde ich über meine Versuche berichten, die zeigen sollen, ob ein Zusammenhang zwischen den beiden Organismen besteht.

III. Feststellungen über die Beziehungen der Cercaria vitrina zum Lanzettegelproblem.

Wie schon in der Einleitung meiner Arbeit erwähnt wurde, hatten Nöller und Vogel vergeblich versucht, durch Überführung der *Cercaria vitrina* in geeignete Tierkörper eine Weiterbildung zum fertigen Trematoden zu erreichen. Versuche Nöllers, durch Verfütterung von Lanzettegeleiern an die Wirtstiere von *Cercaria vitrina* Zerkarien zu erzielen, waren ebenfalls fehlgeschlagen. Meine Untersuchungen bilden Ergänzungen zu den letztgenannten Versuchen Nöllers. Durch Verfütterung von Lanzettegeln an *Xerophila candidula*, *Xerophila ericetorum* und *Zebrina detrita* versuchte ich genaue Daten über Ausschlüpfen, Wanderung und Weiterentwicklung des Mirazidiums in diesen Schnecken zu erhalten.

Fütterungsversuche bei *Xerophila candidula* ergaben, daß die Mirazidien in großen Mengen ausschlüpften. Sie überschwemmten das Gewebe der Mitteldarmdrüse in derselben Weise wie bei Nacktschnecken. Eine Weiterentwicklung zur Sporozyste fand nicht statt, da nach Ablauf 1 Woche bereits Zerfallserscheinungen auftraten. Dieselben Ergebnisse zeigten sich bei Infektionsversuchen an *Xerophila ericetorum*. Da *Zebrina detrita*, wie schon erwähnt wurde, in meinem Arbeitsgebiet an der Werra nicht anzutreffen war, suchte ich sie in einem Gebiet, das von Kobelt (1871/1872) in seiner „Fauna der nassauischen Mollusken" als Fundstelle für sie angegeben wird. Es sind die aus Landschneckenkalk bestehenden Hügel zwischen Flörsheim und Hochheim, welche den Rand eines niederen Plateaus bilden, das sich am Südrand des Taunus erstreckt. Ich sammelte die betreffende Buliminide auf dem Falkenberg und in der Nähe eines in Betrieb befindlichen Kalksteinbruches. Nach Regenfällen bevölkern *Zebrina detrita* und *Xerophila ericetorum* in großen Scharen neben *Helix pomatia*, *Cepaea hortensis* und *Cepaea nemoralis* die kurzrasigen Kalkrücken, die zum Teil als Schafweide dienen. Unter den am Kalksteinbruch gesammelten Zebrinen zeigten 6% einen Befall mit *Cercaria vitrina*, während die vom Falkenberg stammenden bis zu 70% infiziert waren. Die Zerkarien lagen in Sporozysten, die bis zu 5 mm maßen. Letztere lagen hauptsächlich in dem nach dem Kopf gelegenen Teil der Mitteldarmdrüse. Bei starkem Befall zeigte das infizierte Gewebe statt der tiefbraunen Färbung ein von den weißen Sporozysten herrührendes milchiges Aussehen. Durch Zerzupfen legte ich aus einer Mitteldarmdrüse einmal annähernd 700 Sporozysten frei, was eine Produktion von ungefähr 15000 Zerkarien bedeutet, wenn man für die Berechnung durchschnittlich pro Sporozyste von 2 mm Länge je 20 Zerkarien zugrundelegt. Bei derartig starkem Befall erstreckte sich die Invasion nicht nur auf die Mitteldarmdrüse, sondern auch auf die Eiweißdrüse, Zwitterdrüse, Niere und Lunge. Bei allen im Laboratorium abgestorbenen Schnecken konnte ich als Todesursache einen überaus starken Sporozystenbefall feststellen. Mit den gesammelten Zebrinen stellte ich meine Infektionsversuche an. Es ergaben sich dabei dieselben Befunde wie bei den Infektionen der großen Nackt- und Landgehäuseschneckenarten. In jungen Schnecken erfolgte ein überaus zahlreiches Ausschlüpfen der Mirazidien. Eine Weiterentwicklung der in großen Mengen in das Bindegewebe der Mitteldarmdrüse eingewanderten Mirazidien blieb jedoch aus. Ihre Zerfallsreste konnte ich im Gewebe noch nach 14 Tagen nachweisen. Bei älteren Schnecken ließen sich nach der Fütterung mit Lanzettegeln nur ganz wenig Mirazidien nachweisen. Eine Einwanderung in die Mitteldarmdrüse konnte auf Schnittpräparaten nicht festgestellt werden.

Ich muß gestehen, daß ich mit ziemlich großen Hoffnungen zu meinen Infektionen schritt. Der überaus starke Befall der Zebrinen am Falken-

berg in Höhe von 70% der Individuen schien mir auf eine Beziehung zwischen *Cercaria vitrina* und dem Lanzettegel hinzuweisen, zumal ich die Schnecken auf solchen Stellen des Höhenrückens gesammelt hatte, wo eine kleine Schafherde weidete. Es kam noch hinzu, daß die Zebrinen in der Umgebung des Kalksteinbruches, die für eine Beweidung nicht in Frage kam, nur zu 6% infiziert waren. Allerdings versicherte mir der betreffende Schäfer, daß seine Schafe leberegelfrei seien, und die auf Lanzettegeleier vorgenommenen Schafkotuntersuchungen bestätigten diese Angabe.

Die vergeblichen Versuche von Nöller, Vogel und mir, auf Grund von Fütterungsversuchen eine Brücke zwischen *Cercaria vitrina* und dem Lanzettegel zu schlagen, sprechen dafür, daß die erwähnte Zerkarie wohl sicher in den Entwicklungszyklus eines anderen Trematoden gehört. Das überaus starke Vorkommen derselben in den Zebrinen des Falkenberges wäre meines Erachtens für entsprechende Untersuchungen äußerst günstig. Um für die Zuordnung zu einem Trematoden Anhaltspunkte zu gewinnen, müßte die Tierwelt solcher verseuchten Gebiete auf Kotausstreuer und auf Schneckenfresser hin untersucht werden. Es erübrigt sich, auf meine diesbezüglichen Untersuchungen in den genannten Weidegebieten einzugehen, da ich sonst wiederholen müßte, was Nöller (1929) im Deubegebiet beobachtet und beschrieben hat.

IV. Experimentelle Feststellungen über das Verhalten der Lanzettegeleier bei extremen Außenbedingungen.

Das Vorkommen des Lanzettegels bei Schafherden, die auf trockenen Muschelkalkrücken weiden, legte mir den Gedanken nahe, daß die im Kot ausgestreuten Eier von einer gewissen Widerstandskraft gegenüber äußeren Einflüssen sein müssen. Schon bei einer rein äußerlichen Betrachtung fällt die außerordentliche Dicke der Eischale auf. Die Umwelt der mit dem Kot ins Freie gelangenden Eier kann eine ganz verschiedene sein. Bei Winterstallhaltung der Weidetiere gelangen sie auf den Dunghaufen und bleiben dort den ganzen Winter über zwischen faulenden Stoffen liegen. In den Außenschichten des Dunghaufens sind sie der Kälte und Austrocknung und im Innern hohen Zersetzungstemperaturen ausgesetzt. Andere werden vom Urin der Tiere in die Jauchegrube gespült, wo sie im Winter in einer fauligen Flüssigkeit einfrieren. Beim Weidegang gelangen sie mit dem Kot entweder zwischen die Grasnarbe oder bleiben eingeschlossen in den Kotmassen. Wieder andere werden an Tränkstellen ins Wasser ausgeschieden. Die Eier in den Außenflächen der Kotmassen unterliegen direkter Sonnenbestrahlung, während die im Innern gelegenen infolge der äußeren Verkrustung der Kotmassen und durch die Bodenfeuchtigkeit vor Austrocknung geschützt werden. Infolge der Einwirkung von Regen, Tau, Kälte und Fäulnis

findet eine allmähliche Auflösung der Kotballen statt, wodurch schließlich auch die im Innern befindlichen Eier freigelegt werden.

Im folgenden zeige ich an Versuchen, die im Laboratorium angestellt wurden, die große Widerstandsfähigkeit des Lanzettegeleies gegenüber physikalischen und chemischen Einflüssen.

1. Das Verhalten des Lanzettegeleies bei tiefen Temperaturen.

Die Leberegel wurden im Eisschrank bei — 5° C in Wasser zum Einfrieren gebracht. In Abständen von je 1 Woche taute ich das Eis auf, verfütterte einen Teil der Leberegel an *Arion subfuscus* und setzte den Rest zum Einfrieren wieder in den Eisschrank. Diese Versuche erstreckten sich auf einen Zeitraum von 5 Monaten, so daß zu den letzten Fütterungsversuchen Leberegel benutzt wurden, die ungefähr 20mal zum Einfrieren und Auftauen gebracht worden waren. In der ersten Hälfte der angegebenen Zeit konnte ich einen fördernden Einfluß der Kälte auf das Ausschlüpfen der Mirazidien feststellen, indem sie in größeren Mengen als unter gewöhnlichen Umständen erschienen. Nach der Verfütterung der eingefrorenen Leberegel an *Arion subfuscus* zeigten sich im Darm und auch später im Bindegewebe der Mitteldarmdrüse viele Mirazidien, die sich in ihrem ganzen Verhalten und in ihrer Lebensfähigkeit durch nichts von den unter normalen Bedingungen gehaltenen unterschieden. Nach 3 Monaten Aufenthalt im Eis traten Schädigungen auf, was sich durch die kleiner werdenden Zahlen der ausschlüpfenden Larven bemerkbar machte. Immerhin zeugt es von einer ganz außerordentlichen Widerstandskraft der Eier, wenn selbst bei einem 5 Monate währenden Aufenthalt im Eis immer noch lebenskräftige Mirazidien aus ihnen hervorgehen konnten.

Zur Gewinnung von tiefen Temperaturen verwandte ich neben den gewöhnlichen Kältemischungen aus Chlornatrium, Chlorkalzium und Eis in der Hauptsache feste Kohlensäure. Meine erste Versuchsreihe stellte ich in der Weise an, daß ich ein Reagenzglas mit den in Wasser liegenden Leberegeln in ein Dewarsches Gefäß setzte, in welchem sich die mit Alkohol zu einer breiigen Masse verrührte feste Kohlensäure befand. Somit waren die Leberegel der Kohlensäuresublimationskälte von — 78° C ausgesetzt. Bei steigender Temperatur fügte ich andere Reagenzgläser mit Egeln zu. Beim Verfüttern der im Wasser aufgetauten Leberegeleier, welche $1^1/_2$ Tage einer Kälte von — 78° C ausgesetzt worden waren, wiesen dieselben keinerlei Lebensspuren mehr auf. Bei der Untersuchung der Leberegel unter dem Mikroskop zeigte sich, daß alle Eier in den letzten Uterusschlingen entdeckelt waren. Der Inhalt derselben war herausgequollen oder lag innerhalb der Embryonalblase auf der Eiöffnung. Allem Anschein nach waren diese Entdeckelungen durch den plötzlichen Temperaturwechsel beim Einfrieren und Auftauen

hervorgerufen worden; denn bei allmählichem Temperaturübergang traten sie nicht auf. Immerhin kamen aus Eiern, die 24 Stunden lang bei —35° C im Eis eingefroren lagen, noch lebensfrische Mirazidien zum Ausschlüpfen. Zur Vermeidung des plötzlichen Überganges von Zimmertemperatur auf die Kältetemperatur des Alkoholkohlensäuregemisches beim Einsetzen der Reagenzgläser verfuhr ich so, daß ich durch Zusetzen von fester Kohlensäure zu Alkohol die Temperatur allmählich erniedrigte. Dadurch gelang es mir, noch Eier zur Freigabe von lebenden Mirazidien zu bringen, die einer Kälteeinwirkung von — 50° C 24 Stunden lang ausgesetzt waren. Zeigten die Versuche einerseits die außerordentliche Widerstandsfähigkeit der Mirazidien gegenüber Kälte, so erwiesen sie andererseits sogar einen fördernden Einfluß derselben auf das Schlüpfen: denn nach einer Kältebehandlung gaben Eier ihre Mirazidien auch in solchen Schnecken frei, bei denen sie sonst unbeeinflußt den Darm passierten, z. B. bei großen Exemplaren von *Helix pomatia*, *Cepaea hortensis*, *Cepaea nemoralis*, *Arion empiricorum* und *Limax flavus*.

2. Das Verhalten des Lanzettegeleies bei hohen Temperaturen.

Die Leberegel wurden auf Karottenscheiben im Wärmeofen bei 30° C zum Eintrocknen gebracht und dann für gewisse Zeitspannen verschiedenen noch höheren Temperaturen ausgesetzt. Es gelang mir nachzuweisen, daß die Mirazidien noch lebensfähig waren, wenn 10 Wochen lang eine Temperatur von + 38° C auf die Eier eingewirkt hatte. Bei der Erhöhung der Temperatur auf + 50° C machten sich Schädigungen bemerkbar, wenn der Aufenthalt im Wärmeschrank länger als 1 Tag dauerte. Die Zahl der ausschlüpfenden Mirazidien wurde bei den Verfütterungsversuchen geringer, und die trägen Zilienbewegungen deuteten auf ein Absterben hin. Bei der Einwirkung einer Temperatur von +60° C für die Dauer 1 Tages gingen die Mirazidien in den Eiern zugrunde.

3. Das Verhalten des Lanzettegeleies bei Austrocknung.

Die Karottenscheiben mit Lanzettegeln wurden, nachdem sie im Wärmeschrank lufttrocken gemacht worden waren, bei einer Temperatur von +25° C trocken aufbewahrt. Bei ihrer Verfütterung nach 4 Wochen ergab sich, daß die Mirazidien nicht nur lebensfähig geblieben waren, sondern in einer noch nie beobachteten Menge ausschlüpften. Zu Hunderten lagen sie im Darm, zum Teil sich lebhaft bewegend, zum Teil aber auch tot. Diejenigen, die in das Bindegewebe der Mitteldarmdrüse eingewandert waren, zeigten gegenüber den unter normalen Bedingungen gehaltenen keinerlei Unterschiede. Selbst nach einer 7 Monate langen Austrocknung konnte ich Schädigungen irgendwelcher Art nicht feststellen. Der günstige Einfluß der Eintrocknung zeigte sich auch beim

Ausschlüpfen der Mirazidien im Darm von älteren Tieren der großen Landgehäuse- und Nacktschnecken.

Vielleicht könnte man den Einwurf machen, daß durch das Eintrocknen der Leberegel die Eier in den Uterusschläuchen hermetisch von der Außenluft abgeschlossen wurden und daher auch nicht austrocknen konnten. Um diesem Einwand zu begegnen, setzte ich seit $1^1/_4$ Jahr in Wasser liegende Lanzettegeleier in Petrischalen der Austrocknung aus. Die Versuche zeigten, daß auch diese Eier noch nach 4 Wochen lebensfrische Mirazidien zum Ausschlüpfen kommen ließen.

4. Das Verhalten der Lanzettegeleier in Jauche und Mist.

Ich brachte die Leberegel in Jauche und Mist und stellte die Gefäße, um eine Zersetzung zu vermeiden, in den Eisschrank. Im Mist blieben die Eier 20 Wochen und in Jauche 10 Wochen lebensfähig. Bei einer anderen Versuchsreihe wurden die Leberegel in denselben Medien bei Zimmertemperatur in einen Faulschlamm verwandelt, der bei Verfütterung an Schnecken noch nach 12 Wochen lebensfähige Eier zeigte.

Alle diese Versuche sprechen für die außerordentliche Widerstandskraft des Lanzettegeleies. Auf den trockenen und warmen Muschelkalkrücken kann es sehr gut den sengenden Strahlen der Sonne in der heißen Jahreszeit widerstehen. Winterkälte, Eis und Schnee vermögen es nicht abzutöten. Die Möglichkeit einer Infektion der Schnecken durch Kot von verseuchten Schafen, der bereits einen Winter lang im Freien lag, ist daher durchaus gegeben. Eine größere Wahrscheinlichkeit der Schädigung ist für das Ei vorhanden, wenn es auf den Dunghaufen oder in die Jauchegrube gerät und dort längere Zeit liegen bleibt. Die Voraussetzung für eine abtötende Wirkung des Dunghaufens ist aber nur dann vorhanden, wenn dieser nach Grundsätzen moderner Düngungschemie aufgeschichtet ist. Ein Absterben des Eies wird eintreten, wenn durch hohe und dichte Aufstapelung des Mistes hohe Zersetzungstemperaturen entstehen.

Es ist vielleicht angebracht, an dieser Stelle auf die äußerst geringe Widerstandskraft des Eies des großen Leberegels gegenüber Austrocknung und Kälte hinzuweisen, worüber wir durch die Versuche von Mattes unterrichtet sind. Wenn man bedenkt, daß die Entwicklung der Larvenformen dieses Egels in einer Wasserschnecke erfolgt, so versteht man, daß das Ei einem Aufenthalt in trockener Umgebung nicht angepaßt ist. Die außerordentliche Widerstandsfähigkeit des Lanzettegeleies gegen Austrocknung kann gewiß ein Hinweis auf einen Zwischenwirt sein, der unter den Landtieren zu suchen ist.

V. Statistische Erhebung zur Feststellung der Verbreitung des Lanzettegels.

Mitteilungen aus dem Kasseler Schlachthof über Weidegebiete verseuchter Schafe, sowie meine eigenen Arbeiten in den Schadgebieten des

südlichen Leinegebietes und des Lipper Landes veranlaßten mich, mein Augenmerk der geologischen Beschaffenheit der Seuchengebiete zuzuwenden. Das häufige Auftreten des Egels bei Schafherden, die auf trockenen Muschelkalkrücken weiden, legte mir den Gedanken nahe, der Lanzettegel könne in seinem Vorkommen vielleicht dadurch eine gewisse Kalkgebundenheit zeigen, daß er einen Zwischenwirt hat, der in erster Linie oder sogar ausschließlich auf Kalkboden vorkommt. Die Angaben Nöllers und Vogels über die geologische Beschaffenheit der von ihnen untersuchten Schadgebiete schienen ebenfalls darauf hinzudeuten. Zur Klärung dieser Frage schickte ich über 300 Fragebogen an Schlachthofdirektoren und Kreistierärzte des Inlandes und einiger angrenzenden Auslandsgebiete mit der Bitte um Beantwortung von Fragen, die das Lanzettegelproblem betreffen. Ostpreußen wurde nicht in die statistische Erhebung einbezogen, da von diesem Gebiet bereits eine ausführliche Statistik über das Vorkommen vom großen und kleinen Leberegel vorliegt (Szidat und Nöller 1929). Bedauerlicherweise gelangte etwa nur die Hälfte der Fragebogen zur statistischen Verwendung in meine Hand zurück. Trotzdem glaube ich in dem vorliegenden Material soviel Angaben gefunden zu haben, daß ich mit einer gewissen Berechtigung Schlüsse über die Verbreitung des Lanzettegels ziehen kann. Ich gebe im folgenden nur einen Auszug aus den beantworteten Fragebogen und berücksichtige dabei nur solche, die mir für die Feststellung von Schadgebieten von Bedeutung schienen. Mitteilungen aus lanzettegelfreien Gegenden werde ich bei meiner statistischen Auswertung kurz streifen.

Zum Verständnis der in Form einer Tabelle angeordneten Angaben in den Fragebogen muß ich folgende Erklärungen vorausschicken:

In Spalte 1 sind die Wohnorte der berichtenden Schlachthofdirektoren und Kreistierärzte angegeben. Ein * bei den Ortsnamen bedeutet, daß der Berichterstatter ein Tierarzt ist, während das Fehlen des angegebenen Zeichens auf einen Schlachthofdirektor hinweist.

Spalte 2 gibt an, bei welchen Tierarten der Lanzettegel gefunden wurde.

Spalte 3 orientiert über den ungefähren Prozentsatz derjenigen Tiere, die bei Schlachtungen Lanzettegelbefall aufwiesen.

Spalte 4 gibt Auskunft über die Erreger der Distomatose, und zwar sagt die Bezeichnung „rein", daß in den beanstandeten Lebern nur *Dicrocoelium lanceatum* vorkam, während „gemischt" auf einen Befall mit beiden Leberegelarten (*Fasciola hepatica* und *Dicrocoelium lanceatum*) hindeutet.

In Spalte 5 finden wir die Weidegebiete der verseuchten Tiere angegeben.

Abkürzungen: R = Rind, S = Schaf, Z = Ziege, r = rein, g = gemischt, s = selten, m = meist.

Bevor ich zur Auswertung des statistischen Materials schreite, möchte ich einige Worte sagen über die Bewertung der eingelaufenen Mitteilungen.

Nach den von der Regierung für die Jahresberichte der Schlachtvieh- und Fleischbeschaustatistik vorgeschriebenen Formularen wurde bis

Tabelle 6.

1		2	3	4	5
			%		
Lipper Hügelland, Paderborner Hochfläche	Detmold	—	4	r	Lippe, Prov. Hannover und Sachsen
	Lemgo	S	—	—	Der Norden von Lippe (Landwirt Saak in Huxol)
	Paderborn	—	10	—	Gebiet östlich von Paderborn
	*Hofgeismar	—	—	—	Gebiete an der Diemel und unteren Esse
Abflußgebiet der Leine	Göttingen	—	4	—	Göttinger Landkreis
	Verden (Aller)	—	5	r	—
	Wolfenbüttel	—	10	r	—
Hessisches Bergland	Kassel	R	S: 25	R: g	S: Werragegend bei Witzenhausen (Hedemünden, Ziegenhagen). Oberes Leinegebiet (Bornhagen)
		S		S: 85% r 5% g	
	Eschwege	S	S: 20	S: 97% r	S u. Z: Kreis Eschwege
		Z	Z: 1	Z: 100% r	
	*Melsungen	R	R: s	m r	Kreis Melsungen
		S	S: 3—5	s g	
	*Hersfeld	S	S: 10	m r	Breitenbach am Herzberg
		Z	Z: s	s g	
	Fulda	S	S: 5	S: m r	Rhön und Vogelsberg
	Gelnhausen	S	25—30	r und g	Kinzigtal mit Seitentälern
		Z			
Thüringer Hügelland	Arnstadt	R	R: 2	m r	S: Umgebung von Arnstadt, Ohrdruf u. Bittstedt
		S	S: 30		
	Gotha	—	15	m r, s g	Günthersleben b. Gotha, Truppenübungsplatz Ohrdruf
	Erfurt	R	25—30	S: m g	Bayern, Thüringen
		S			
	Koburg	R	10	R: g	Itztal
		S		S: r	
	Jena	—	—	m g	Rittergut Drakendorf, Gemeinden Rohrbach und Weiden, Kreis Weimar
Abflußgebiet der Mosel	Trier	R	R: 4	g	—
		S	S: mehr		
	Kreuznach	—	40	m r	—

Tabelle 6 (Fortsetzung).

1		2	3	4	5
			%		
Abflußgebiet der Mosel	*Wittlich . . .	R	R: 25	R: g	Moseltal (Winterweide)
		S	S: 75	S: 90% r 10% g	
	*Daun	S	S: 5	g	Winterweide an d. Mosel
	St. Ingbert . . .	R	30—40	r	Weiden in Frankreich
		S			
	Metz	R	R: s	R: g	S: Im Herbst u. Winter: Unter-Elsaß (nordwestlich von Straßburg), im Sommer: Lothringen (Umgebung von Metz)
		S	S: 30	S: r	
		Z	Z: s	Z: r	
Fränkischer und Schwäbischer Jura	Karlsruhe . . .	S	50	r	Oberamt Nagold (Haiterbach)
	Freiburg (Baden)	R	R: s	—	—
		S	S: 15	S: 70% r 25% g	S: Württemberg
		Z	—	Z: g	
	Ulm	R	R: 10		S: Schwaben-Neuburg, Oberschwaben, Ulmer Alb
		S	80	g	
		Z	—	g	Winterweide: Elsaß, Rheinebene, Pfalz, Frankreich
	Heilbronn . . .	S	60	g	Umgebung Heilbronns
	Stuttgart. . . .	S	95—100	m r, s g	Umgebung von Stuttgart, Baden
	Pforzheim . . .	S	—	—	—
	Ludwigsburg . .	R	R: 0,5	—	—
		S	S: 90	g	—
		Z	—	—	—
	Geislingen . . .	S	95—100	g	Sommerweide: Albhochfläche, Schwaben, Neuburg. Winterweide: Württemb. Unterland, bayrische Pfalz
	*Aalen	S	90	m r	Oberamt Aalen, Lein- u. Kochertal
	Heidenheim . .	S	5	g	Brenztal
	Ebingen	R	—	m g	Albhochfläche, Schwäbisches Oberland
		S	—		
	Ellwangen . . .	R	—	g	Oberamt Ellwangen
		S	—	g	Gebiete an der Sechta und Jagst
		Z	—	g	

Tabelle 6 (Fortsetzung).

1		2	3	4	5
			%		
	Tüttlingen . . .	S	70	m g	Pfalz
	Biberach. . . .	S	50	m r	Bezirk Biberach
	Gemünd	R	R: s	g	Alb-Jura
		S	S: 80—90	g	
		Z	—	g	
	Fürth	R	R: s	g	S: Gründe der Pegnitz,
		S	S: 1—3	g	Rednitz, Regnitz, Altmühl und Wörnitz. Kommen dann zur „Erholung“ auf den Jura
		Z	Z: s	g	
Fränkischer und Schwäbischer Jura					R: Mittelfranken, Oberpfalz
	Bamberg. . . .	—	10	—	Itz-, Baunach- und Ebrachtgrund.
	Zwickau	R	R: s	S: 40 bis 50% r 30 bis 40% g	Umgebung von Ulm,
		S	S: 70—80		Hof, Ingolstadt und Regensburg
	Plauen	S	25	r und g	Bayern, Württemberg
	Görlitz	S	75—100	m r, s g	Bayern, Württemberg
	Glauchau . . .	S	10	m r, s g	Bayern, Thüringen
	Chemnitz . . .	R	R: s		S: Bayern, Württemberg
		S	S: 50	S: 66% r 13% g	
	Freiberg (Sachs.)	S	—	m g	Bayern
Schlesien	*Groß-Strehlitz .	R	R: 5	R: s g	Der nördliche, westliche und südliche Teil des Kr. Groß-Strehlitz
		S	S: 90	S: r	
	Zürich.	R	60—70	g	Schweizerisches Mittelland, Alpweiden in der Zentral- und Ostschweiz, Jura
		S		g	
		Z		g	
	Basel	R	—	g	—
		S	—	g	—
	Solothurn . . .	R	15	g	Kantone Solothurn und Bern
Alpines Gebiet		S	30	g	
	Hallein	R	R: 1—3	R: g	Sungau, Salzburg, Hohe Tauern, Radstädter Tauern, südl. Kalkalpen in Osttirol, Karsten
		S	S: sehr hoch	S: r	
	*Traunstein . .	S	—	g	—
	Wien-Neustadt .	R	1—1½	r	Burgenland, Ungarn

Tabelle 6 (Fortsetzung).

1		2	3	4	5
			%		
Alpines Gebiet	Meran	R	R: s	m r, s g	Oberstikl, Sarntal, Passeiertal, Ziel-Alpen, Zieltal, Kalmtal, Fortleis
		S	S: 90		
	Graz	R	R: s	r	S: Östliche und südliche Teile der Steiermark
		S	—	r	R: Nördliche und westliche Teile der Steiermark
Ungarn	Szeged	S	—	r und g	—
Kroatien	Zagreb	S	60	S: 40% g	Lika = ein Gebirgsgebiet
		Z	60	Z: r	Kroatiens

zum Jahre 1926 nur die Zahl der beschlagnahmten Organe, nicht aber der Grund der Beanstandung verlangt. Deshalb fehlen bei vielen Antworten für die Jahre 1924—1926 diese Angaben. Außerdem zeigt die seit dem Jahre 1925 vom Reiche geforderte Jahresstatistik insofern eine Lücke, als in derselben keine Unterscheidung zwischen den beiden Erregern der Distomatose (*Fasciola hepatica* und *Dicrocoelium lanceatum*) gemacht wird. Ferner sind in der Reichsfleischbeschaustatistik nur die Fälle von Distomatose enthalten, bei denen die *ganze* Leber wegen erheblichen Befalls mit Egeln für genußuntauglich erklärt werden mußte. Die sogenannten Teilbeanstandungen, d. h. die Fälle, in denen nur kleinere, von den Parasiten befallene Teile der Leber beseitigt wurden, der gesunde größere Teil des Organs aber für den menschlichen Genuß freigegeben wurde, kamen nicht zur Registrierung. Seit dem Jahre 1927 werden am Hamburger Schlachthof allmonatlich an einem Stichtag Ganz- und Teilbeanstandungen bei geschlachteten Tieren aufgezeichnet. Aus den 12 Stichtagzahlen wird dann der Jahresdurchschnitt ermittelt, wodurch man zu genaueren Zahlen über die Leberegelerkrankungen unserer Weidetiere gelangt. Da die Fleischbeschaustatistik der übrigen Schlachthöfe nur die Fälle allerschwerster Distomatose erfaßt, so entsprechen die angeführten Zahlen in den meisten Fällen bei weitem nicht den tatsächlichen Erkrankungsziffern des geschlachteten Viehes. Die Angaben über Weidegebiete der verseuchten Tiere sind mit einer gewissen Vorsicht zu bewerten. Für den Einzelfall ist die Herkunftsbestimmung des verseuchten Viehes auf großen Schlachthöfen eine nahezu unlösbare Aufgabe, da die Schlachttiere bis zu ihrer Einlieferung in den Schlachthof durch zu viele Hände gehen. Eine andere Schwierigkeit bei der Feststellung der natürlichen Lanzettegelgebiete tritt bezüglich der Schafe in Süddeutschland durch die Wanderschäferei hervor. Der Leiter

des Schlachthofes in Ulm machte mich darauf aufmerksam, daß die Schafherden im Herbst von den Jurahöhen zu den Winterschafweiden des Elsaß, der Rheinebene, der Pfalz und des südlichen Frankreich hinabsteigen. Trotz aller derartigen Erschwerungen lassen sich aus dem statistischen Material dennoch einige Lanzettegelgebiete innerhalb Mitteleuropas erkennen. Unter Hinzunahme von Ostpreußen, wo schon Szidat und Nöller auf Grund umfangreichen statistischen Materials das völlige Fehlen von Lanzettegeln feststellten, kann man wohl sagen, daß die Niederungsgebiete lanzettegelfrei zu sein scheinen. Während an den Schlachthöfen in Wesel, Hamburg, Bremen, Schneidemühl, Papenburg, Lübeck und Landeshut als Erreger der Distomatose bei den eingelieferten Schlachttieren *nur Fasciola hepatica* festgestellt wurde, deuten Nachrichten aus Rheine, Münster, Rostock, Kiel Schwerin, Stettin, Breslau und Minden auf ein ganz vereinzeltes Auftreten des Lanzettegels hin. Diesen einzelnen Befunden ist bei der Abgrenzung der Lanzettegelgebiete weiter keine Bedeutung zuzumessen, da es sich bei dem befallenen Schlachtvieh wohl um Tiere handelt, die aus Lanzettegelgebieten stammen. Die eingehendsten Mitteilungen aus den Niederungsgebieten verdanke ich dem Leiter des Hamburger Schlachthofes. Einen Teil derselben lasse ich im Wortlaut folgen:

„*Distomum lanceatum* ist den am Zentralschlachthof tätigen Tierärzten bei den Fleischuntersuchungen bisher nicht aufgefallen; stets handelte es sich um *Distomum hepaticum*. In den letzten Wochen von Tierarzt Dr. Obitz vorgenommene Untersuchungen zur Feststellung des lanzettförmigen Egels an hier geschlachteten Schafen sind ebenfalls negativ verlaufen. Auch vom Leiter der Bakteriologischen Station des Veterinärwesens, Obertierarzt Prof. Dr. Glage, wird das Fehlen dieser Egelart bei hier geschlachteten Schafen bestätigt und hinzugefügt, daß vor etwa 30 Jahren im Magdeburger Schlachthof Lanzettegelbefunde bei Schafen nicht selten gewesen seien."

Auf Grund meiner Nachfragen bei den Tierärzten des oberen Lahntales, des Wittgensteiner und Siegener Landes, sowie nach Mitteilungen der Leiter des Hagener und Altenaer Schlachthofes scheint der rechtsrheinische Teil des Rheinischen Schiefergebirges in seinen mittleren und nördlichen Gebieten frei von Lanzettegeln zu sein. Eine ziemlich große Verbreitung erreicht er im mittleren und östlichen Teil des mitteldeutschen Gebirges. Sein Vorkommen in den nördlichen Teilen des Teutoburger Waldes, wo die Schafhaltung vollständig zurückgegangen ist, habe ich aus den mit Lanzettegeleiern stark durchsetzten Kotpillen von wilden Kaninchen festgestellt. Aus den Angaben der aus Mitteldeutschland zurückgesandten Fragebogen gehen folgende Lanzettegelgebiete hervor: Das Lipper Land, das Gebiet östlich von Paderborn, das Diemelgebiet, das Eichsfeld, das Leinetal, die Werragegend, das Gebiet zwischen den Unterläufen von Werra und Fulda im Hessischen Bergland (Kreis Melsungen), die Rhön und das Thüringer Hügelland. Nach-

richten aus den Gebieten westlich des Rheines besagen, daß der Lanzettegel unter den Viehbeständen der Oberrheinischen Tiefebene, der Pfalz und der Eifel (mit Ausnahme ihrer Abdachung zur Mosel hin) zu fehlen scheint, während er in der Umgebung von Trier und Metz, an den Unterläufen der Eifelflüsse Sauer und Kyll und im unteren Elsaß häufig anzutreffen ist. Seine Hauptverbreitung in Süddeutschland erreicht er in dem Gebiet zwischen Schwarzwald, Odenwald, Main, Böhmer Wald und Donau, was aus den äußerst zahlreichen eingelaufenen Nachrichten aus dieser Gegend deutlich hervorgeht. Die hohen Prozentsätze des Lanzettegelbefalles bei Schafherden, die auf den trockenen Hängen des Fränkischen und Schwäbischen Jura weiden, sind ein Hinweis dafür, daß gerade diese Gebiete die günstigsten Voraussetzungen für das Auftreten des Lanzettegels bieten. Der gebirgige Teil des südöstlichen Deutschland scheint bis auf eine Ausnahme seuchenfrei zu sein. Wie eine Insel in egelfreier Umgebung hebt sich zwischen der Oder und dem Oberlauf der Malapane ein Seuchengebiet mit Groß-Strehlitz als Mittelpunkt heraus. Es sei Herrn Veterinärarzt Dr. Froehner für seine Erhebungen bei Tierärzten, Fleischbeschauern und Schäfern des Kreises Groß-Strehlitz, für seine beigefügte Skizze und die eingeschickten Kalkschnecken von verseuchten Weidegebieten an dieser Stelle noch einmal mein ganz besonderer Dank ausgedrückt. Die wenigen Angaben aus dem Alpenmassiv und dessen Randgebieten genügen nicht, um ein Bild über die alpine Verbreitung des Lanzettegels zu geben. Unter Berücksichtigung einiger Angaben aus der Literatur möchte ich einen um das Alpenmassiv sich erstreckenden Seuchengürtel annehmen. Er beginnt in der Schweiz mit dem Schweizer Jura, greift über das Schweizer Mittelland und die Alpen der Zentral- und Ostschweiz durch das Inntal nach Norden zu den Salzburger Alpen, biegt über die Steiermark nach Süden zum Karstgebiet um und kehrt auf der Südseite der Alpen über Meran nach der Schweiz zurück. Herrn Dr. O. Wagner verdanke ich noch die Mitteilung eines Lanzettegelgebietes auf der Insel Korsika.

Trägt man die angegebenen Seuchengebiete in eine geologische Karte Mitteleuropas ein, so findet man, daß sie mit der Trias- und Juraformation zusammenfallen. Auf Grund meiner eigenen Geländearbeit an der Werra und im Lipper Land und gestützt durch die Angaben von Seuchengebieten in den Fragebogen und in der Literatur neige ich zu der Annahme, daß der Kalk für die Verbreitung des Lanzettegels von Bedeutung ist. Ganz besonders wurde ich in dieser Vermutung durch die Angaben in den Fragebogen aus dem südöstlichen Deutschland bestärkt. Nimmt man eine geologische Karte dieses Gebietes zur Hand, so sieht man, daß die verseuchten Muschelkalkrücken zwischen Oder, Malapane und Klodnitz wie Inseln aus den in der Hauptsache diluvialen Bildungen der weiteren Umgebung heraussteigen. Frühere Angaben in der Lite-

ratur über Lanzettegelgebiete in Frankreich, Österreich, Ungarn, Rußland, Italien, der Tschechoslowakei und Amerika sind zu allgemein gehalten, um weitere Anhaltspunkte für meine Annahme zu liefern. Es wäre Stoff für eine besondere Arbeit, den Beziehungen zwischen geologischer Formation und Lanzettegelgebieten nachzugehen. Diese Arbeit dürfte sich nicht damit begnügen, nur die Tatsache des Vorhandenseins oder Fehlens von Egeln bei dem Weidevieh festzustellen, sondern müßte bei jeder Infektion den Ort derselben erkunden, da ja zwischen diesem und der Stelle der Krankheitsfeststellung oft weite Entfernungen liegen können (auf Grund der Wanderschäferei oder des Kaufs von Zuchtlämmern aus Seuchengebieten). Zur weiteren Erläuterung lasse ich den Bericht des Karlsruher Schlachthofes im Wortlaut folgen. Einmal ist er durch seine genauen Angaben beachtenswert und daher geeignet, als Ausgangspunkt einer Untersuchung über die Beziehungen zwischen Bodenart und Lanzettegelvorkommen zu dienen, zum andern deutet er auf die Schwierigkeiten hin, die dem Forscher bei der Abgrenzung der Schadgebiete durch die Wanderschäferei entstehen.

Beantwortung des Fragebogens aus dem Karlsruher Schlachthof:

„*Dicrocoelium lanceatum* kommt hier ausschließlich beim Schafe vor. Die hier geschlachteten Tiere stammen aus zwei Weiden. Die eine, auf der die Schafe vom 1. April ab gehen, befindet sich in Württemberg und zwar auf der Gemarkung Haiterbach, Oberamt Nagold. Der Besitzer der Tiere, Herr Williard in Ettlingen bei Karlsruhe, berichtete, daß die betreffenden Wiesen dort auf Kalkboden gelegen seien und sich auf einer über dem Orte gelegenen Anhöhe befänden. Fließendes und stehendes Wasser sei nicht in der Nähe. Die Schafe werden unten in Haiterbach am Dorfbrunnen getränkt. Durch das Dorf fließt ein Bach, der sich in die Nagold ergießt. Die Lebern dieser Tiere weisen einen verhältnismäßig geringen Befall mit dem kleinen Leberegel auf, sowohl was die Parasitenzahl in den einzelnen Organen als auch die Zahl der egelhaltigen Lebern anlangt. Keine Egel fanden sich bei etwa 60%, wenig bei 30% und viele bei 10%. *Distomum hepaticum* wurde gleichzeitig nicht beobachtet. Die erwähnten Schafe kommen dann zur Winter- und darauf folgenden Sommerweide nach Ettlingen. Die betreffenden Wiesen liegen in der Nähe des östlichen Endes dieser Stadt, nicht ganz in der Rheinebene, sondern mehr in der Nähe des Gebirges (Buntsandstein). Ganz in der Nähe befindet sich ein Wassergraben, der mit der Alb in Verbindung steht. Die Lebern dieser Schafe sind fast sämtlich, d. h. etwa zu 90% mehr oder weniger von Lanzettegeln befallen. Der Weidebesitzer will die Beobachtung gemacht haben, daß, seit er die Wiesen jährlich mit 200 l Kalk und 200 l Thomasmehl dünge, die Zahl der Parasiten in den Lebern etwas abgenommen habe. *Distomum hepaticum* wurde in den Organen auch dieser Tiere nicht gefunden."

Die vorliegenden Angaben sind insofern interessant, als sie den Beweis zu geben scheinen, daß entgegen meiner Annahme der Sandsteinboden bei Ettlingen bessere Bedingungen für eine Lanzettegelinfektion bietet als der Kalkboden in Haiterbach. Da 40% der Schafe, die von der Weide in Haiterbach geschlachtet wurden, Lanzettegelbefall zeigten, mußte die Infektion auf den Kalkweiden erfolgt sein, wenn wir einmal annehmen wollen, daß Wasserorganismen als Zwischenträger des Lan-

zettegels ausscheiden. Die starke Zunahme der Verseuchung auf dem Buntsandsteinboden bei Ettlingen möchte ich so erklären, daß die im Frühling erfolgte Infektion erst in den folgenden Herbst- und Wintermonaten zur augenscheinlichen Auswirkung kam. Auf jeden Fall scheinen mir die Meldungen aus der Pfalz über völliges Fehlen des Lanzettegels bei pfälzischen Schafen, die nur Buntsandsteinboden beweiden, sowie Mitteilungen aus anderen Buntsandsteingebieten darauf hinzuweisen, daß Buntsandstein nicht die nötigen Voraussetzungen für das Auftreten des Lanzettegels abgibt. Die Zahl der eingegangenen Mitteilungen über das Vorkommen des Lanzettegels in Keupergebieten ist so gering, daß es mir unmöglich ist, auf Beziehungen zwischen Keuperboden und Lanzettegelgebieten hinzuweisen. Ich führe nur an, daß von den am Kulmbacher Schlachthof wegen Distomatose beanstandeten Schafen, deren Weidegebiet auf mittlerem Keuper lag, noch nicht einmal 1% Lanzettegelbefall hatten. Unter Berücksichtigung aller angegebenen Daten kann man wohl mit einigem Recht behaupten, daß von allen Bodenarten der Triasformation der Muschelkalk die meisten Beziehungen zum Lanzettegel aufzuweisen hat. Doch beschränken sich die Schadgebiete nicht nur auf die Kalke der Triasformation, sondern sie greifen auch hinüber zu denen der Juraformation, wie die Mitteilungen aus dem Deutschen und Schweizer Jura beweisen. Eine weitere Tatsache, die aus dem statistischen Material klar herauszulesen ist und vielleicht auch für Landschnecken als Zwischenwirte des Lanzettegels spricht, ist die, daß der Lanzettegel in der Hauptsache bei Schafen anzutreffen ist und dann auch noch meist in *reiner* Invasion. Bekanntlich ist ja das Schaf in seiner Genügsamkeit und rationellen Ausnützung auch der kürzesten Grasnarben imstande, selbst dem trockensten Kalkrücken einen Gewinn für den Menschen abzuringen, während das Rind mehr in den grasreicheren Talgründen weidet. Die Gefahr einer Infektion durch den großen Leberegel ist für ein solches Schaf viel geringer als für das Rind, wenn es nicht durch besondere Umstände (wie Wanderschäferei) gezwungen wird, seine Nahrung auch in Talgründen zu suchen. In der Tat scheint die Mischinfektion bei Schafen in Süddeutschland, dem Lande der Wanderschäferei, weit häufiger zu sein als in Mitteldeutschland. Meine Vermutung, daß die Zwischenwirte der beiden Leberegelarten in den allermeisten Fällen örtlich getrennt sind, insofern der des Lanzettegels mehr die trockenen Hänge zu bevölkern scheint, möchte ich noch stützen durch Angaben aus dem Kasseler Schlachthof. Herr Dr. Grundmann schreibt mir:

„Aus meinen eigenen Erfahrungen kann ich sagen, daß bei Schafen etwa 85% der wegen Leberegeln beanstandeten Lebern mit dem Lanzettegel, 10% mit *Distomum hepaticum* und 5% mit Mischinfektion gefunden wurden. Beim Rinde wurden in den letzten Jahren lediglich *Distomum hepaticum* gefunden, während früher des öfteren Mischinfektionen zur Beobachtung kamen."

Die beim Rinde gemachten Erfahrungen möchte ich so erklären, daß in nassen Jahren (1924/1925) die Weidegebiete des Rindes den Berg hinauf verlegt wurden und damit die Gelegenheit gegeben war, Lanzettegelbrut aufzunehmen, während dagegen in den trockenen Jahren (1928, 1929) das Rind immer mehr seine Nahrung in den feuchten Gründen suchen mußte und sich dort lediglich mit dem großen Leberegel infizierte. Diese Vermutungen müssen aber noch durch weitere Tatsachen gestützt werden. Am Schlusse der Auswertung des statistischen Materials angekommen, möchte ich noch darauf hinweisen, daß es begrüßenswert wäre,

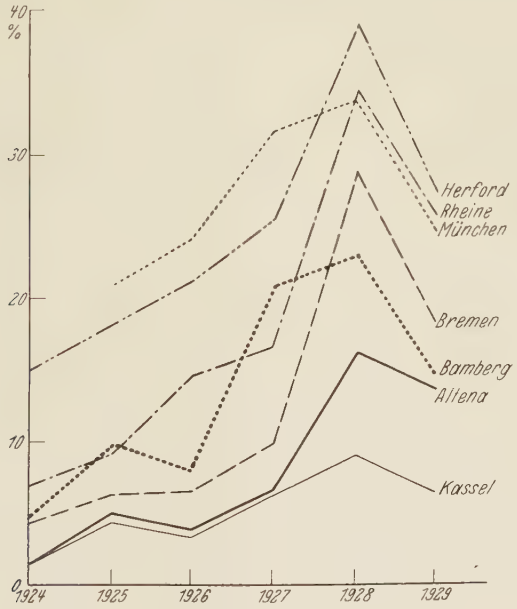

Abb. 19. Prozentsätze der auf 7 Schlachthöfen wegen *Fasciola hepatica* beanstandeten Rinder.

wenn die Spalte „Distomatose" in der vom Reiche geforderten Fleischbeschaustatistik entsprechend den beiden Erregern *Fasciola hepatica* und *Dicrocoelium lanceatum* aufgeteilt würde. Das brächte nicht nur eine schärfere Abgrenzung der Lanzettegelgebiete, sondern an Hand der Erkrankungsziffern unserer Weidetiere ließen sich auch Rückschlüsse auf Beziehungen zwischen dem Auftreten des Lanzettegels und der Witterung ziehen. Von *Fasciola hepatica* wissen wir, daß sein massenhaftes Auftreten in manchen Jahren in weitgehendem Maße von der Witterung bedingt wird. Der Verlauf der in Abb. 19 wiedergegebenen Kurven, welche den Befall der geschlachteten Rinder durch den großen Leberegel darstellen, scheint auf eine solche Beziehung hinzudeuten. Die gewaltige Steigerung der beanstandeten Lebern bei allen Schlachthöfen, von denen

Angaben vorliegen, weist auf eine Zeit zurück, in der die Voraussetzungen für eine Infektion besonders günstig waren. Nach den wenigen mir zur Verfügung stehenden Angaben über Lanzettegeldistomatose habe ich die Kurven der Abb. 20 gezeichnet. Sie zeigen einen ähnlichen Verlauf wie die der Abb. 19. Die Zahl der wegen Lanzettegelbefall beanstandeten Schaflebern stieg von 1924 ab ständig, erreichte 1928 ihr Maximum und sank dann wieder ab. Auf Grund des ungefähr parallelen Verlaufes der beiden Kurven ist der Schluß vielleicht nicht ganz unberechtigt, daß die

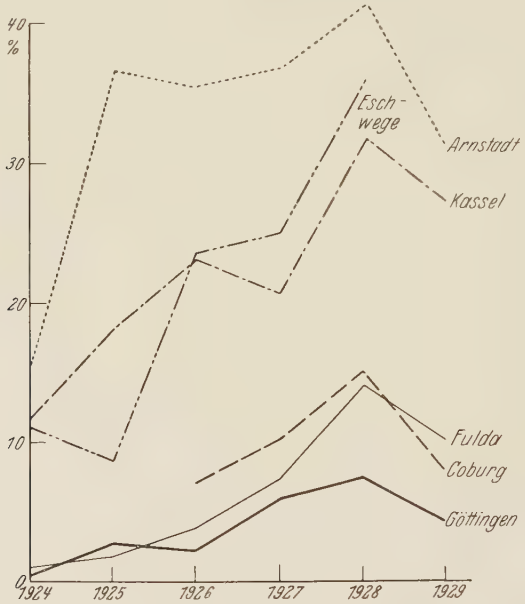

Abb. 20. Prozentsätze der auf 6 Schlachthöfen wegen *Dicrocoelium lanceatum* beanstandeten Schafe.

Abhängigkeit von der Witterung bei den Zwischenwirten der beiden Leberegel ungefähr die gleiche ist.

C. Zusammenfassung.

1. Für das Schlüpfen der Lanzettegel-Mirazidien ist die chemisch-physikalische Beschaffenheit des Mediums, in welchem sich das Ei befindet, von ausschlaggebender Bedeutung.

2. In Wasser erfolgt kein Ausschlüpfen; jedoch büßen die Mirazidien selbst bei längerem Verweilen der Eier in solchem die Fähigkeit zu einem späteren Ausschlüpfen nicht ein.

3. In Wasser gebrachte, bereits geschlüpfte Mirazidien gehen nach kurzer Zeit unter Quellungserscheinungen zugrunde.

4. Den Darm von Wasserschnecken passiert das Ei, ohne daß das

Mirazidium ausschlüpft. Irgendwelche Schädigungen treten bei dieser Darmpassage nicht ein.

5. In dem Darmsaft der beiden Landschnecken *Succinea putris* und *Arion brunneus*, von denen erstere in ihrer amphibischen Lebensweise schon sehr den Wasserschnecken ähnelt, schlüpfen die Mirazidien in nur geringen Mengen aus. Schon nach kurzer Zeit erfolgt ihr Absterben und zwar noch innerhalb des Darmes.

6. Bei allen übrigen untersuchten Landschnecken kann im Vorderteil des Darmes ein Ausschlüpfen der Mirazidien stattfinden. Allerdings zeigt sich bei den großen Arten ein ganz verschiedenes Verhalten der jungen und alten Tiere gegenüber dem Ei, indem nur im Darmsaft der jungen ein Ausschlüpfen eintritt, während ein solches bei den alten unterbleibt.

7. Die im Darm von typischen Landschnecken freigewordenen Mirazidien wandern durch die beiden Ausfuhrgänge der Mitteldarmdrüse in deren Lumen und von da durch die Drüsenepithelzellen in das Bindegewebe, das zwischen den Drüsenfollikeln gelegen ist.

8. Außer bei *Limax tenellus* findet bei den untersuchten Landschnecken keine Weiterentwicklung der eingewanderten Mirazidien statt, und zwar ist die Auflösung derselben im Bindegewebe nach ungefähr 14 Tagen vollendet.

9. Bei *Limax tenellus* tritt eine Weiterentwicklung ein, die bis zur Ausbildung von typischen Keimballen führt. Nach ungefähr 3 Wochen macht sich ein Stillstand in der Sporozystenentwicklung bemerkbar, und nach 4—5 Wochen zerfallen die Keimballen.

10. Die Entwicklung der Mirazidien zu jungen Sporozysten zeigt, daß die von Leuckart als „Körnerballen" bezeichneten Gebilde Kerne sind, auf deren Teilung die späteren Keimballenkerne zurückzuführen sind.

11. Die Untersuchungen über das Verhalten der Eier gegenüber verschiedenen äußeren Einflüssen zeigen, daß sie gegen Austrocknung, Kälte und Hitze (-50^0 C bis $+50^0$ C) sehr widerstandsfähig sind. Bei ihrem Aufenthalt in Jauche und Mist treten erst nach längerer Zeit Schädigungen auf, die zum Absterben führen.

12. Die Auswertung des statistischen Materials über das Vorkommen des Lanzettegels in Deutschland und in südlichen Nachbargebieten läßt ein Zusammenfallen der Lanzettegelschadgebiete mit den Kalkzonen der Trias- und Juraformation erkennen.

D. Literatur.

Graetz, E.: Über einige Verdauungsfermente im Kropfsaft einheimischer Pulmonaten. Zool. Jb., Abt. Physiol. **46** (1929). — **Hofmann, K.:** Beiträge zur Kenntnis des Entwicklungsganges von *Distomum leptostomum*. Ebenda, Abt. Syst.

12 (1899). — **Jordan, H.:** Vergleichende Physiologie wirbelloser Tiere. Jena 1929. — **Kobelt, W.:** Fauna der nassauischen Mollusken. Jb. nass. Ver. Naturkde **25**/**26** (1871—1872). — **Krijgsman, B. J.:** Arbeitsrhythmus der Verdauungsdrüsen bei *Helix pomatia*. I. Teil: Die natürlichen Bedingungen. Z. vergl. Physiol. **2** (1925). — Arbeitsrhythmus der Verdauungsdrüsen bei *Helix pomatia*. II. Teil: Sekretion, Resorption und Phagozytose. Ebenda 8 (1928). — **Leuckart, R.:** Die Parasiten des Menschen und die von ihnen herrührenden Krankheiten. Leipzig 1886—1901. — **Mattes, O.:** Zur Biologie der Larvenentwicklung von *Fasciola hepatica*,' besonders der Einfluß der Wasserstoffkonzentration auf das Ausschlüpfen der Mirazidien. Zool. Anz. **69** (1926). — **Moulinié:** De la reproduction chez les trématodes endoparasites. Mém. Inst. nat. Génevois **3** (1856). — **Nöller, W.:** Die Leberfäule unserer Haustiere. Jena: Gustav Fischer 1925. — Zur Kenntnis der Tierwelt von Schaftränken der Liebringer Mulde und des Döllstedter Kessels bei Stadtilm in Thüringen. Teil I: Eine Zerkarie aus *Pisidium fontinale* und Versuche zur Ermittelung ihres Hilfswirtes und Wirtes. Dtsch. tierärztl. Wschr. **33**, Nr 46 (1925) — Zu welchem Trematoden gehört *Cercaria arhopalocerca* Nöller 1925?. Sitzgsber. Ges. naturforsch. Freunde Berl. **1927** (1928). — Weidehygiene und ihre Beziehungen zur Stallhygiene mit besonderer Berücksichtigung der Vorbeugungsmaßregeln gegen die parasitären Weidekrankheiten. Tierärztl. Rdsch. **34**, Nr 48 (1928). — Befunde bei Schnecken von Thüringer Schafweiden in einem Lanzettegelgebiet. Ebenda **35**, Nr 26 (1929). — Parasitenbefunde bei Landschnecken von Thüringer Schafweiden in einem Lanzettegelgebiet. Sitzgsber. Ges. naturforsch. Freunde Berl. **1929**. — Erwiderung auf Bemerkungen von H. Vogel zu meiner Arbeit: „Parasitenbefunde bei Landschnecken von . . . Ebenda **1929**. — **Nöller, W.** u. **Korkhaus, R.:** Das Verhalten von Eiern des Lanzettegels in Schnecken von Thüringer Schafweiden. Tierärztl. Rdsch. **35**, Nr 36 (1929). — Korrekturen und Nachtrag. Ebenda **35**, Nr 38. — **Patzer, H.:** Beiträge zur Biologie der Leberegelschnecke *Galba truncatula*. Zool. Jb., Abt. Syst. **53** (1927). — **Piana, P.:** Le Cercarie dei molluschi. Milano (1882). — **Szidat** (Rositten) u. **Nöller** (Berlin): Verbreitung des Leberegels in Ostpreußen. Tierärztl. Rdsch. **35**, Nr 13 (1929). — **Vogel, H.:** Beobachtungen über *Cercaria vitrina* und deren Beziehung zum Lanzettegelproblem. Arch. Schiffs- u. Tropenhyg. **33**, Nr 19 (1929). — **v. Willemoes-Suhm:** Zur Entwicklungsgeschichte des kleinen Leberegels. Z. Zool. **21** (1871). — **Zarnik, B.:** Über den Entwicklungszyklus von *Dicrocoelium lanceatum*. Sitzgsber. physik.-med. Ges. Würzburg, **1910**, Nr 2 (1910).

Lebenslauf.

Am 31. Januar 1896 wurde ich in Wallau, Kreis Biedenkopf, als Sohn des Formers Jacob Henkel X. und seiner Ehefrau Marie Elisabeth, geb. Schneider, geboren. Ich besitze die preußische Staatsangehörigkeit und bin evangelischen Bekenntnisses.

Mein Bildungs- und Lebensgang ergibt sich aus folgenden Daten:

1902 — 1910 Besuch der Volksschule zu Wallau,
1910 — 1913 Besuch der Präparandenanstalt zu Laasphe,
1913 — 1915 Besuch des evangelischen Lehrerseminars in Hilchenbach,
2. Aug. 1915 Erste Lehrerprüfung,
1. Nov. 1915 — 31. Juli 1916 Lehrer an der evang. Volksschule in Arnsberg,
1. Aug. 1916 — 9. Jan. 1919 Militär- und Kriegsdienst,
Febr. und März 1919 Lehrer an der evang. Volksschule in Rauxel,
1. April 1919 — 15. Okt. 1925 Lehrer an der evang. Volksschule in Sodingen,
15. Jan. 1920 Zweite Lehrerprüfung,
27. April 1923 Mittelschullehrerprüfung in Mathematik, Physik und Chemie,
5. Febr. 1925 Erweiterungsprüfung in Französisch,
18. Jan. 1926 Erweiterungsprüfung in Botanik und Zoologie,
21. Okt. 1927 Erweiterungsprüfung in Englisch,
15. Okt. 1925 — 30. Nov. 1927 Lehrer an der Rektoratschule in Lengrich W.,
Wintersemester 1925 — Sommersemester 1927 Gasthörer a. d. Universität Münster.

Auf Grund der abgelegten Mittelschullehrerprüfungen wurde mir die Reife für Oberrealschule vom Prov.-Schulkollegium in Kassel zuerkannt. Seit 1. November 1927 studiere ich an der Marburger Universität Mathematik, Physik, Botanik und Zoologie. Das Rigorosum bestand ich am 28. Januar 1931. Für das Sommersemester 1931 bin ich beurlaubt worden, und ich halte mich seit 1. Mai 1931 in meinem Heimatort Wallau a. L. auf.

Meine akademischen Lehrer waren

in Münster: Benecke, Daniel, Feuerborn, Hannig, Heilbronn, Koch, König, Krafft, Schmidt, Siemens und Szivessi und

in Marburg: Alverdes, Claussen, Grüneisen, von Haffner, Jaensch, Korschelt, Krafft, Mahnke, Mattes, Neumann, Nordhausen, Schlieper, Schulze und Tomaschek.

Ihnen allen bin ich zu aufrichtigem Danke verpflichtet.

Druck von Breitkopf & Härtel in Leipzig.